UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

=======

INSTITUT NATIONAL DE L'EAU

=======

DEPARTEMENT D'HYDROLOGIE ET GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Mémoire de fin de formation présenté par

Pour l'obtention du diplôme de

Licence Professionnelle en Hydrologie

OPTION : Géo-hydrologie

==========

Caractérisation hydrogéologique de l'aquifère superficiel de la commune de Ouidah : Structure, géométrie et piézométrie.

Présentée par :

DANSI Francine Gracias

Mention : Très Bien

Jury :

Président : Professeur Abdoukarim ALASSANE

Membres : 1 Docteur SAMBIENOU Wèré Gédéon

: 2 Docteur KPEGLI Raoul

Laboratoire d'Hydrologie Appliquée

PROMOTION : 2022- 2023

DEDICACE

A mes parents pour tous les efforts consentis

REMERCIEMENTS

Avant tout propos, nous tenons à présenter nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à DIEU le Père Céleste, pour sa bénédiction, son amour, et sa miséricorde divine. A tous ceux qui se sont battus corps et âme pour que je puisse finir cette formation je vous dis merci.

Mes remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- ✓ Professeur Abdoukarim ALASSANE, Enseignant Chercheur LHA/INE/UAC et ancien chef du département d'Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau à l'Institut National de l'Eau (INE) pour avoir accepté de me prodiguer des conseils et donné des orientations ;
- ✓ Mon maitre de mémoire, Docteur SAMBIENOU Gédéon ; Docteur Hydrogéologue pour avoir accepté m'encadrer lors de la rédaction de mon mémoire ;
- ✓ Mon maitre de stage, Monsieur OROU PETE Salifou, Ingénieur Hydrogéologue, qui a fait de moi sa sœur et s'est rendue disponible pour tous mes besoins dans le cadre de ce travail. Je vous dis un grand merci ;

Le travail ici présenté a été accompli jusqu'à la fin grâce à l'appui de plusieurs personnes. Qu'il me soit permis ici d'exprimer mes remerciements :

- ✓ Aux enseignants, administrateurs et à tout le personnel de l'Institut National de l'Eau (INE) de l'Université d'Abomey-Calavi en particulier le Professeur MAMA Daouda, Directeur de l'Institut National de l'Eau,
- ✓ Aux corps administratif et professoral du département d'Hydrologie et Gestion des Ressources en Eau, en particulier au chef de département DOVONOU Flavien E. qui m'a prodigué beaucoup de conseils et m'a soutenu ;
- ✓ A tous les Professeurs et Docteurs que j'ai rencontrés à l'INE et qui m'ont donné la connaissance dont j'ai besoin et m'ont amené jusqu'à la rédaction de ce travail ;
- ✓ A tous les Honorables membres du jury qui analyseront, apprécieront et conseilleront pour l'amélioration de ce travail ; Merci pour le temps que vous sacrifierez au détriment de vos occupations pour l'analyse et l'amélioration de ce document ;
- ✓ A nos aînés de la formation professionnelle en Hydrologie en particulier DOSSOU Serge, DJEHOUE V. Jim, DOVONON E. Léogis, pour leurs conseils et leurs temps ;

- ✓ A mes frères et sœurs Baudouin, Michael, Rébécca et Gloria DANSI, pour tout votre soutien et que ce travail suscite en vous l'ambition et la volonté de toujours chercher la réussite en toute chose ;
- ✓ A tous mes camarades d'hydrologie et spécialement ceux de la promotion 2022-2023 de l'Institut Nationale de l'Eau, avec qui tout au long des trois (3) années, nous avons partagé des moments de fraternité et d'apprentissage ;
- ✓ A toute personne qui, de près ou de loin et de quelconque manière que ce soit a contribué à l'amélioration de ce travail ;

MERCI A TOUS !!

Table des matières

DEDICACE 2
REMERCIEMENTS 3
RESUME 7
ABSTRACT 8
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES 9
LISTE DES FIGURES 10
LISTE DES TABLEAUX 11
INTRODUCTION 12
CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE 14
1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE OUIDAH 15
1.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIE ET ASPECT CLIMATIQUE 16
1.2.1 HYDROGRAPHIE 16
1.2.2 ASPECT CLIMATIQUE 18
1.3 TEMPERATURE ET HUMIDITE RELATIVE 19
1.4 EVAPOTRANSPIRATION 20
1.5. TYPES DE SOL ET DE VEGETATION 21
1.5.1 Le sol 21
1.5.2 Végetation 23
1.6 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 25
1.6.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE 25
1.6.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE 27
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES 30
2.1 MATERIEL UTILISE 30
2.2. METHODOLOGIE UTILISEE 31
2.2.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE 31
2.2.2- COLLECTE DES DONNEES 32
2.2.3- TRAITEMENT DES DONNEES 33
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION 37
3.1. RESULTATS 37
3.1.1. STRUCTURE ET GEOMETRIE DU SYSTEME AQUIFERE CAPTE DANS LA COMMUNE DE OUIDAH 37

3.1.2. PROFONDEUR DE LA NAPPE 44
3.1.3. ETUDE PIEZOMETRIQUE 46
3.2. DISCUSSION 47
CONCLUSION 49
SUGGESTIONS 50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 51
ANNEXE 53

RESUME

La présente étude est menée sur le plateau d'Allada précisément dans la commune de Ouidah, au Sud du Bénin. La commune de Ouidah est limitée au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par la commune d'Abomey-Calavi, à l'Ouest par la commune de Grand-Popo, et au Nord par les communes de Kpomassè et Tori-Bossito. Elle a une grande réserve d'eau souterraine, captée à des profondeurs allant de 0,23m à 22,47m du Sud vers le Nord. La présente étude vise à une meilleure connaissance des caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère superficiel de la commune de Ouidah afin de donner une définition de la géométrie et de la piézométrie.

Pour ce faire, des coupes hydrogéologiques ont été réalisées grâce aux données lithologiques des forages puis une carte piézométrique a été réalisée en intégrant les données de 87 puits mesurés pour caractériser l'évolution de l'eau souterraine des aquifères de la commune de Ouidah.

A partir des coupes manuelles réalisées, nous avons déterminé deux horizons aquifères qui sont le Continental Terminal et le Quaternaire représenté par le sable. Les aquifères sont à nappe captive et libre recouvert par une épaisse couche d'argile qui par endroit peut atteindre 40m.

De plus, les niveaux statiques ont été mesurés dans les ouvrages et traitées en vue de la détermination des niveaux piézométriques dans la commune de Ouidah.

Mots clés : Eau souterraine, Piézométrie, Continental Terminal, Quaternaire

ABSTRACT

This study is conducted on the Allada Plateau, in the commune of Ouidah, in the south of Benin. The commune of Ouidah is bordered to the south by the Atlantic Ocean, to the east by the commune of Abomey-Calavi, to the west by the commune of Grand-Popo, and to the north by the communes of Kpomassè and Tori-Bossito. It has a large groundwater reserve, exploited at depths ranging from 0.23m to 22.47m from south to north. The aim of this study is to gain a better understanding of the hydrogeological characteristics of the Ouidah surface aquifer to define its geometry and piezometry.

To this end, hydrogeological cross-sections were constructed using lithological data from boreholes, followed by a piezometric map integrating data from 87 measured wells to characterize the evolution of groundwater in the aquifers of the Ouidah municipality.

Based on manual cross sections, we identified two aquifer horizons: the continental terminal and the Quaternary represented by sand. The aquifers have a confined and unconfined water table covered by a thick layer of clay that can reach 40 meters in places.

In addition, static levels were measured in the structures and processed to determine the piezometric levels in the municipality of Ouidah.

Keywords: Groundwater, piezometry, ontinental terminal, Quaternary

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation en Afrique et à Madagascar

BSC : Bassin Sédimentaire Côtier

DG-Eau : Direction Générale de l'Eau

GPS : Global Positionning System

HS : Hauteur-Sol

NS : Niveau Statique

PDC : Plan Développement Communal

SONEB : Société Nationale des Eau du Benin

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : *Carte Administrative de la commune de Ouidah* 15
Figure 2 : *Carte hydrographique de la commune de Ouidah.* 17
Figure 3 : *Variation des moyennes mensuelles de pluie à Ouidah (ASECNA, 1984 à 2013).* . 18
Figure 4 : *Variation des moyennes annuelle de pluie à Ouidah (ASECNA, 1984 à 2013)*..... 19
Figure 5 : Evolution mensuelle des températures minimales et maximales moyennes mensuelles (1984-2013) à Ouidah (Source des données : ASECNA, Station Cotonou). 19
Figure 6 : *Evolution annuelle des températures minimales et maximales moyennes annuelle (1984-2013) à Ouidah, (Source des données : ASECNA, Station Cotonou)* 20
Figure 7 : *Evolution de l'évapotranspiration potentielle (ETP) à Cotonou (période 1984-2013, données ASECNA).* 21
Figure 8 : Carte pédologique de la commune de Ouidah. 22
Figure 9 : *Carte de formations végétales de la commune de Ouidah*..... 24
Figure 10 : Carte géologique de la commune Ouidah 26
Figure 11: Carte Hydrogéologique de la commune de Ouidah 27
Figure 12: Colonne hydrogéologique du BSC du Bénin (BOUKARI, 2002). 28
Figure 13: Illustration des traits de coupe tracés dans la commune de Ouidah. 34
Figure 14 : Carte de localisation des points de mesures de la commune de Ouidah..... 35
Figure 15 : Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T1 37
Figure 16: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T1 38
Figure 17: Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T2 39
Figure 18: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T2 40
Figure 19: Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T3 41
Figure 20: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T3 41
Figure 21: Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T4 42
Figure 22: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T4..... 43
Figure 23: Carte de profondeur de la nappe phréatique de la commune de Ouidah 45
Figure 24 : Carte du niveaux piézométrique et d'écoulement souterrain dans de la commune de Ouidah……...……45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Arrondissement Urbain de Ouidah. (PDC, 2005)..... 16

Tableau 2 : Arrondissement Ruraux de Ouidah. (PDC, 2005)..... 16

Tableau 3 : Forages et lithologies..... 53

Tableau 4 : Puits et Coordonnées 57

INTRODUCTION

Au même titre que l'air, particulièrement l'eau douce, est un élément primordial à la vie sur Terre. Elle est vitale pour les êtres vivants en général, et represente par exemple pour l'humain 60% de son poids avec les deux tiers contenus dans les cellules de son corps (Konig, 2016, in Alle 2019). L'eau douce constitue également un facteur indispensable de développement et de bien-être (agriculture, industrie, hygiène etc.). Près de la totalité des réserves d'eau douce liquide de la planète sont souterraines, lesquelles jouent un rôle crucial pour l'approvisionnement en eau potable.

Ainsi l'exploitation optimum des ressources en eau souterraine implique une compréhension sur le fonctionnement globale des aquifères afin de répondre aux besoins actuels et ceux à venir en matière de ressource en eau au Bénin en général (DOUEZ, 2007). Cependant, vu la dynamique actuelle des villes et communes du Bénin, en particulier la commune de Ouidah, il importe d'approfondir nos connaissances sur le système d'approvisionnement en eau potable. La population de Ouidah est passée de 76.551 habitants en 2002 et 162034 en 2013. L'accès à l'eau potable par les populations de la commune de Ouidah est toujours préoccupant malgré les efforts consentis. Les populations seraient préoccupées par la pérennité de la ressource en eau souterraine en fonction de leurs besoins et de leurs usages. Le réseau SONEB également ne couvre pas toute la commune (PDC Ouidah 2012-2016). L'eau potable utilisée par la population provient principalement des eaux souterraines captées par les puits et forages. L'eau souterraine étant emprisonnée dans les structures/réservoirs géologiques (aquifères), on ne pourrait donc exploiter la ressource sans connaître et comprendre le fonctionnement des systèmes qui la servent d'habitat. Le présent travail s'inscrit donc dans cette dynamique d'étudier les systèmes aquifères afin de connaitre leurs géométries et leurs piézométries pour une meilleure exploitation et caractérisation de la ressource en eau souterraine. Le présent travail intitulé « Caractérisation hydrogéologique de l'aquifère superficiel de la commune de Ouidah : Définition de la géométrie et de la piézométrie », apportera des connaissances sur la caractérisation de l'aquifère capté. Cette caractérisation permettra d'améliorer la gestion du système aquifère en vue d'un bon approvisionnement en eau potable de la population de cette commune. La présente étude qui s'inscrit dans le cadre d'un rapport de fin de formation de licence professionnelle en hydrologie (LPH), option Géohydrologie vise à contribuer à un approfondissement des connaissances sur la

caractérisation hydrogéologique de l'aquifère superficiel de la commune de Ouidah afin de mieux connaitre sa structure, géométrie et ça piézométrie. Pour atteindre cet objectif global, il s'agira spécifiquement de :

- ✓ identifier et étudier les formations géologiques de l'aquifères superficiel de la commune de Ouidah;
- ✓ déterminer les profondeurs de la nappe captée dans la commune de Ouidah ;
- ✓ déterminer à partir de la piézométrie, les sens d'écoulement de l'eau ainsi que les zones de recharge et décharge de la nappe.

De ces objectifs spécifiques, il découle des hypothèses ci-dessous :

- ✓ la géométrie de l'aquifère superciel de la commune de Ouidah est probablement complexe, avec des variations locales ;
- ✓ les profondeurs de la nappe capté dans la commune de Ouidah varies en fonction de l'emplacement géographique, de la topographie et les variations saisonnières de la recharge de l'aquifère;
- ✓ les pics de niveau d'eau souterraine dans l'aquifère sont susceptibles d'être associés au période de forte pluie, tandis que les baisses de niveaux de niveaux pourraient être observé pendant les périodes de sécheresse ou d'utilisation excessive des ressources en eaux.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres. Le premier est consacré à la présentation de la zone d'étude ; le deuxième chapitre abordera la méthodologie mise en œuvre et les matériels utilisés et enfin, le troisième présentera les résultats obtenus suivis de leurs analyses et de la discussion.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

CHAPITRE I : PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE OUIDAH

Le Bénin est un pays de l'Afrique de l'Ouest situé en bordure du Golfe de Guinée face à l'Océan Atlantique. De forme allongée, il s'étend du Sud au Nord dans la zone intertropicale (entre l'équateur et le tropique du cancer), sur une longueur de 700 km et sa largeur varie entre 125 km (au sud) et 325km (au Nord). Il est limité au Sud par l'Océan Atlantique, au Nord par le Niger et le Burkina-Faso, à l'Ouest par le Togo et à l'Est par le Nigeria. D'une superficie de 114.763 km^2, le Bénin est composé actuellement de douze (12) départements subdivisés en 77 communes dont la commune de Ouidah. Située entre 2° et 2°15 de longitude Est et, 6°15 et 6°30 de latitude Nord, la commune de Ouidah est l'une des 08 communes du département de l'Atlantique (Monographie départementale, 2019). Elle est limitée au Sud par l'Océan Atlantique, à l'Est par la commune d'Abomey-Calavi, à l'Ouest par la commune de Grand-Popo, et au Nord par les communes de Kpomassè et Tori-Bossito. A 42 km de route de Cotonou, Ouidah compte 10 Arrondissements dont 4 urbains (Ouidah I à IV) et 6 ruraux (Avlékété, Djègbadji, Gakpé, Houakpè-Daho, Pahou, Savi), subdivisés en soixante (60) quartiers de ville et villages. (Cakpo-chichi, 2006). Elle couvre une superficie de 364 km^2 pour une population de 162.034 habitants (RGPH4, 2013).

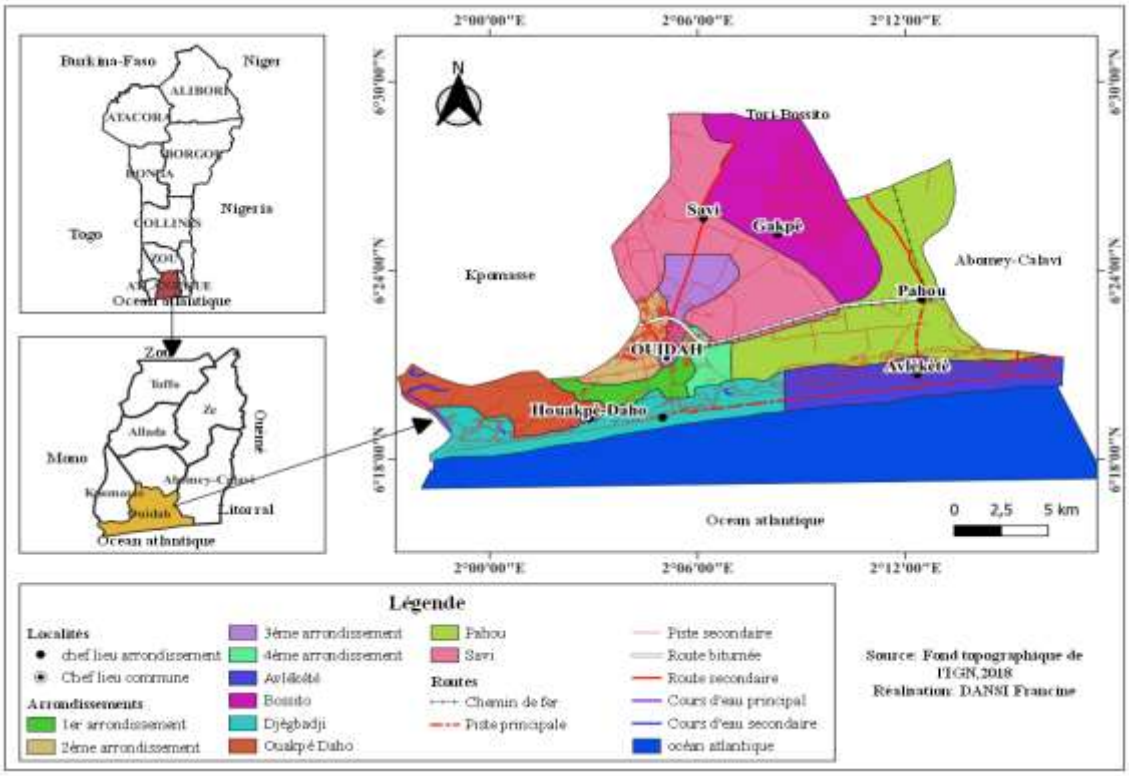


Figure 1 : *Carte Administrative de la commune de Ouidah*

Les tableaux ci-contre présentent les différents arrondissements (urbains et ruraux) et leurs quartiers de ville/village.

Tableau 1 *: Arrondissement Urbain de Ouidah, (PDC, 2005)*

ARRODISSEMENTS	QUARTIERS DE VILLE/VILLAGE
Ouidah 1	Abata1, Abata2, Dangbéhouè, Sogbadji, Zomai, Zoungbodji
Ouidah 2	Ahouandjigo, Ganvè, Gbéna, Gbéto, Houédjédo, Lèbou
Ouidah3	Agbanou, Fonsramè1, Fonsramè2, Gomey, Minantinkpon, Zohoungo
Ouidah 4	Docomey, Tovè1, Tovè2, Womey

Tableau 2 *: Arrondissement Ruraux de Ouidah, (PDC, 2005)*

ARRONDISSEMENTS	QUARTIERS DE VILLE/VILLAGE
Avlékété	Adounko, Agouin, Ahouandji, Hyo, Agbanzin_Kpota, Avlékété
Gakpé	Tohonou, Amoulèhouè, Fonkounmè, Gakpé, Tchakpècodji
Pahou	Akadjamè, Adjra_hounvè, Adjra_Adovié, Ahouicodji, Ahozon, Houndjava, Hounkanmédè, Kpovié, Pahou
Djègbadji	Dondji, Méko, Aido, Dégouè, Djègbadji, Kouvènanfidé
Houakpè-Daho	Azizakoue, Djègbamè, Gbèhonou, Gbèzounmè, Houakpè_daho Houakpè_kpèvi
Savi	Assogbénou-daho, Bossouvi, Dékouénou, Houéton, Houéyiho, Monso, Ouèssè, Adjohoundja Monso, Savi Houéton, Savi Houéyiho

1.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIE ET ASPECT CLIMATIQUE

1.2.1 HYDROGRAPHIE

Le réseau hydrographique de la commune de Ouidah est caractérisé par la présence d'un complexe de zone humide. Il est généralement très encombré et la production halieutique est en baisse à cause de la surexploitation anarchique et intensive par les populations riveraines. (Cakpo-chichi, 2006).

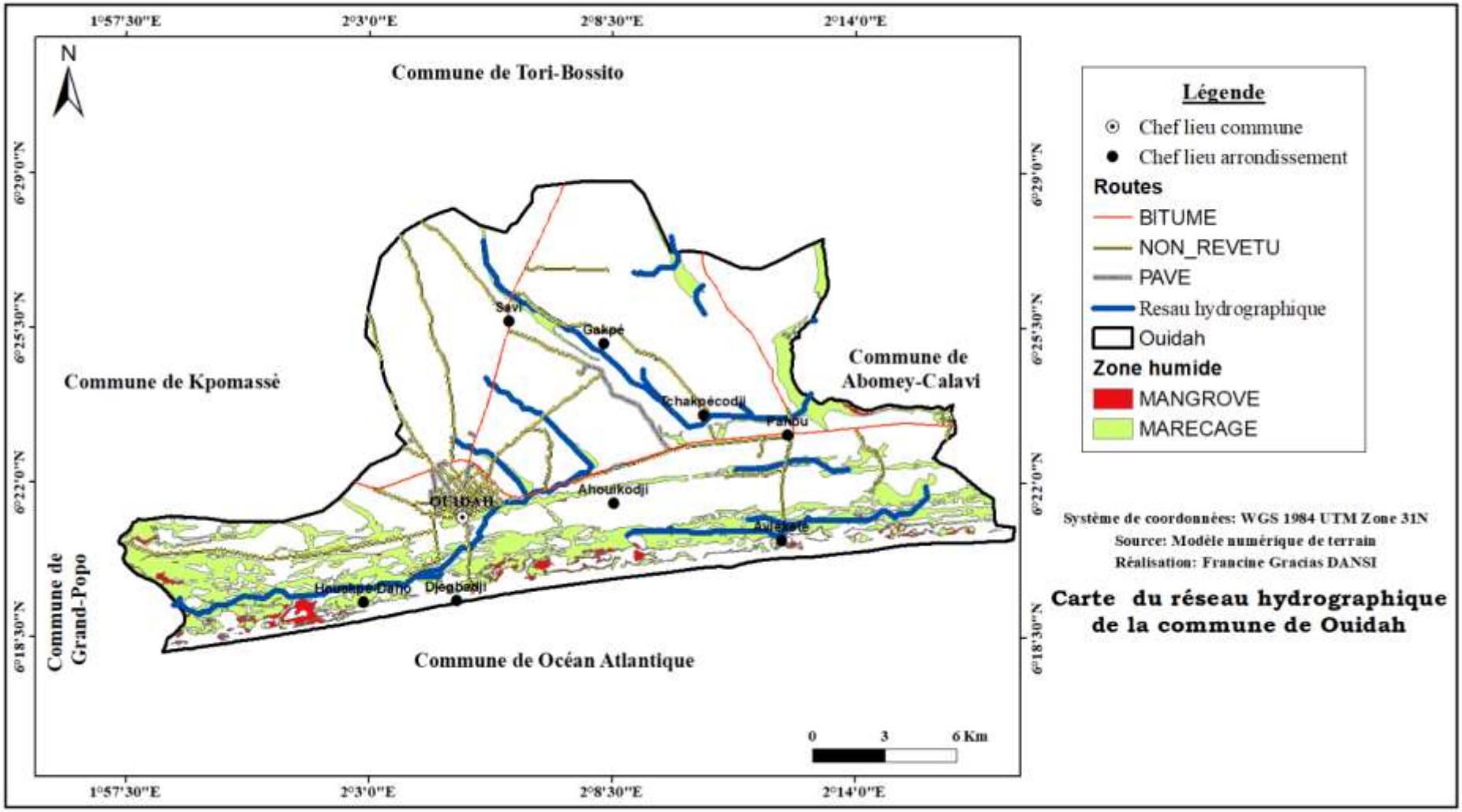


Figure 2 : *Carte hydrographique de la commune de Ouidah.*

1.2.2 ASPECT CLIMATIQUE

La Commune de Ouidah appartient à l'ensemble géographique qu'il est convenu d'appeler « Zone humide ». Elle jouit d'un climat soudano guinéen, caractérisé par deux saisons de pluie. (Cakpo-chichi, 2006).

La figure 3 nous montre la variation des pluviométries moyennes mensuelles de la commune de Ouidah. On constate que la grande saison pluvieuse s'observe généralement d'avril à juillet, la grande saison sèche marquée par quelques pluies hors saison commence de novembre à fin mars ; la petite saison des pluies de début septembre à fin octobre et la petite saison sèche en août. On observe aussi sur la figure 3, un pic qui montre le mois le plus pluvieux de l'année (Juin).

La figure 4 présente les variations moyennes annuelles des quantités de pluies tombées à Ouidah. D'une année à l'autre, les hauteurs de pluies varient considérablement. Les années (1988, 1993, 1997, 1999, 2004, 2007, 2008, 2009 et 2010) ont connu de façon particulière des hauteurs de pluies les plus élevées et peu de faibles hauteurs de pluie dans les autres années.

Les hauteurs de pluies enregistrées sont importantes, ce qui contribue aux recharges des aquifères.

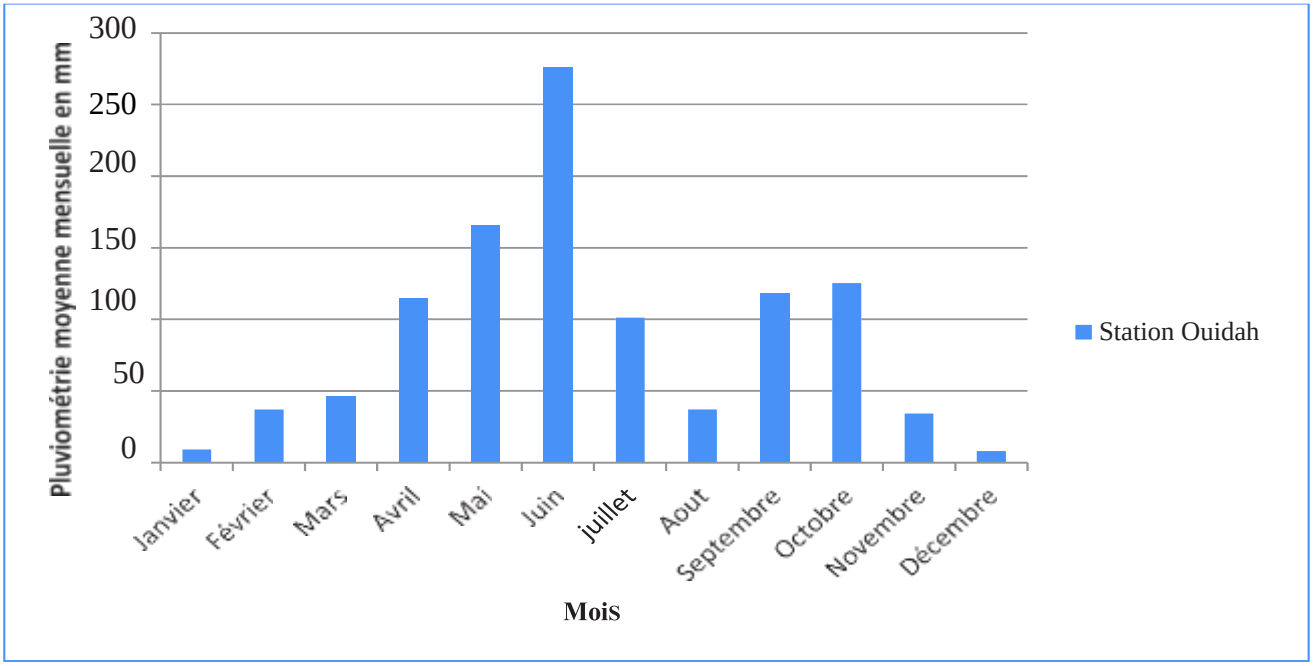


Figure 3 : *Variation des moyennes mensuelles de pluie à Ouidah (ASECNA, 1984 à 2013).*

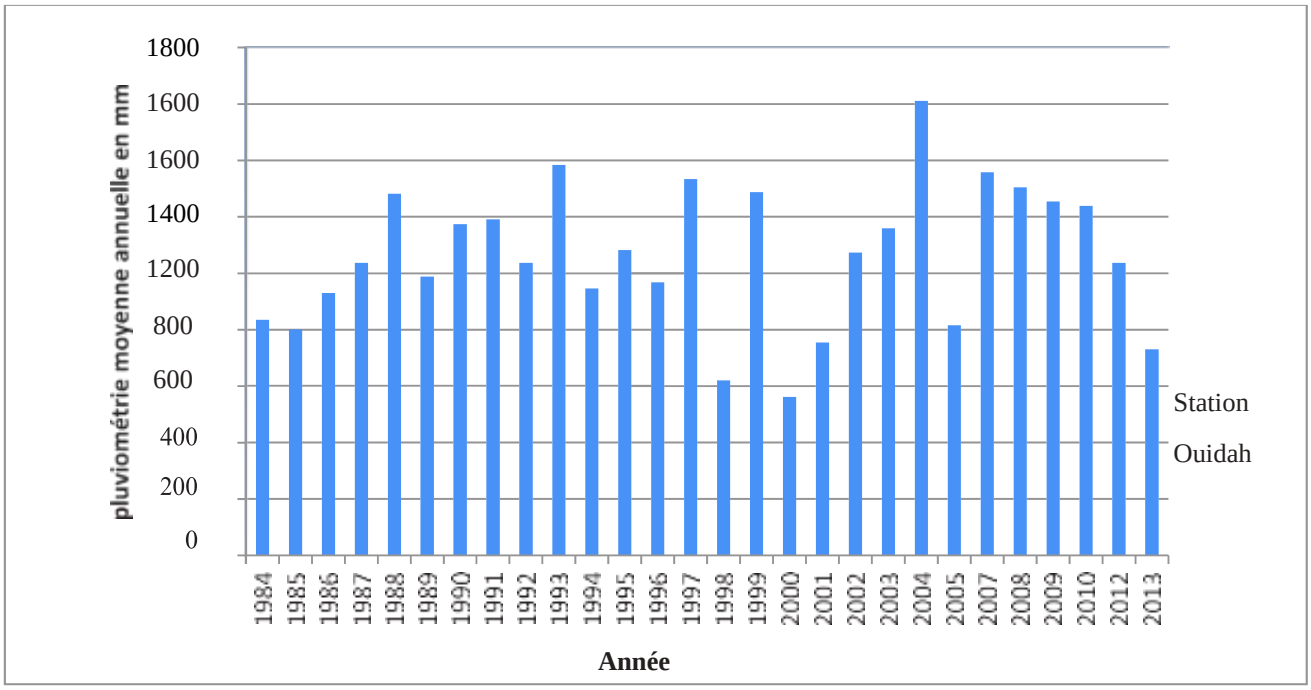


Figure 4 : *Variation des moyennes annuelle de pluie à Ouidah (ASECNA, 1984 à 2013)*

1.3 TEMPERATURE ET HUMIDITE RELATIVE

L'élément température est important puisqu'il est représentatif de l'énergie solaire reçue. Il conditionne les phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration. Dans la commune de Ouidah, la variation de la température est fonction des saisons sèches et pluvieuses. Dans les mois les plus humides, on note les moyennes mensuelles qui tournent autour de 24.8 °C et 30,5°C dans les mois les plus chauds. (ASECNA, 1984-2013) (Fig 5). La température moyenne annuelle est de 27,71°C (24,9°C min et 30,52°C max) (Fig 6).

L'humidité relative fait aussi partie des facteurs importants conditionnant l'évaporation.

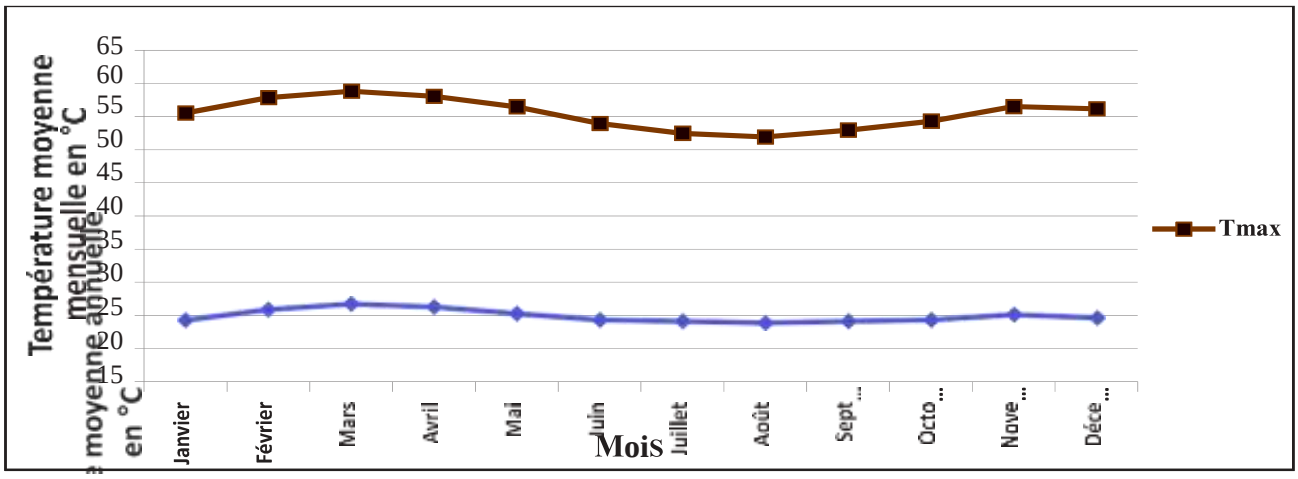


Figure 5 : Evolution mensuelle des températures minimales et maximales moyennes mensuelles (1984-2013) à Ouidah (Source des données : ASECNA, Station Cotonou).

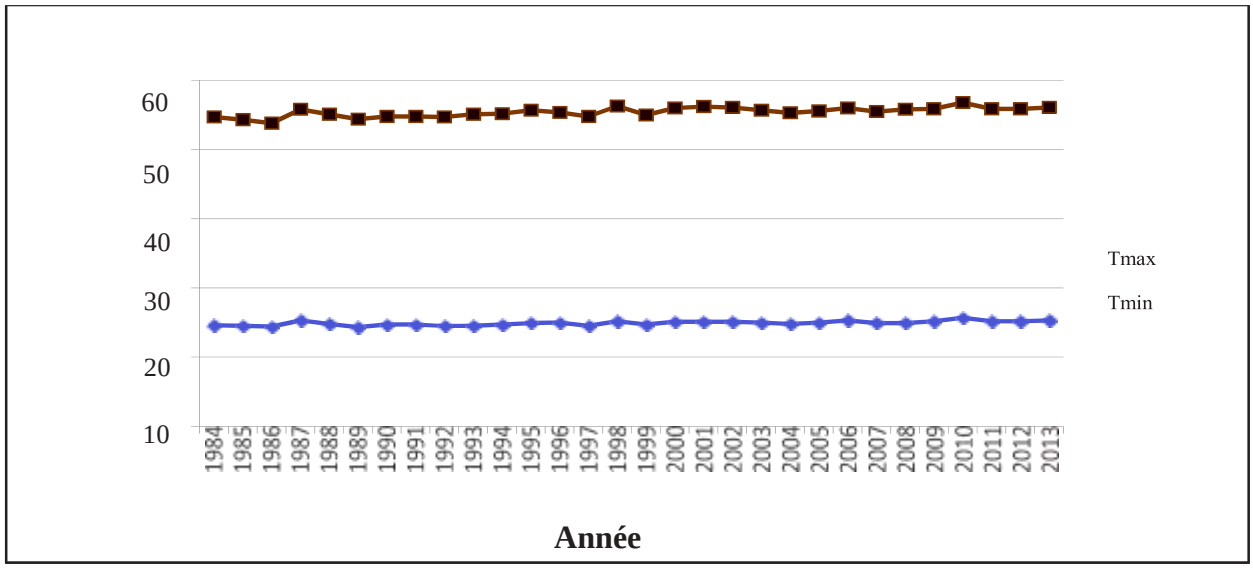


Figure 6 : *Evolution annuelle des températures minimales et maximales moyennes annuelle (1984-2013) à Ouidah, (Source des données : ASECNA, Station Cotonou)*

1.4 EVAPOTRANSPIRATION

L'évapotranspiration (ETP) est un phénomène naturel regroupant à la fois des processus d'évaporation physique de l'eau contenue dans le sol et des processus de transpiration correspondant à l'utilisation de l'eau du sol par les végétaux et au rejet de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Les données d'évaporation utilisées dans ce chapitre proviennent de la station climatologique de l'ASECNA installée à Cotonou et correspondent à l'évapotranspiration potentielle (ETP). Pendant la période humide, l'ETP est faible. Elle est élevée pendant la saison sèche. Il y a un fort déficit des précipitations sur l'ETP de décembre à mars-avril.

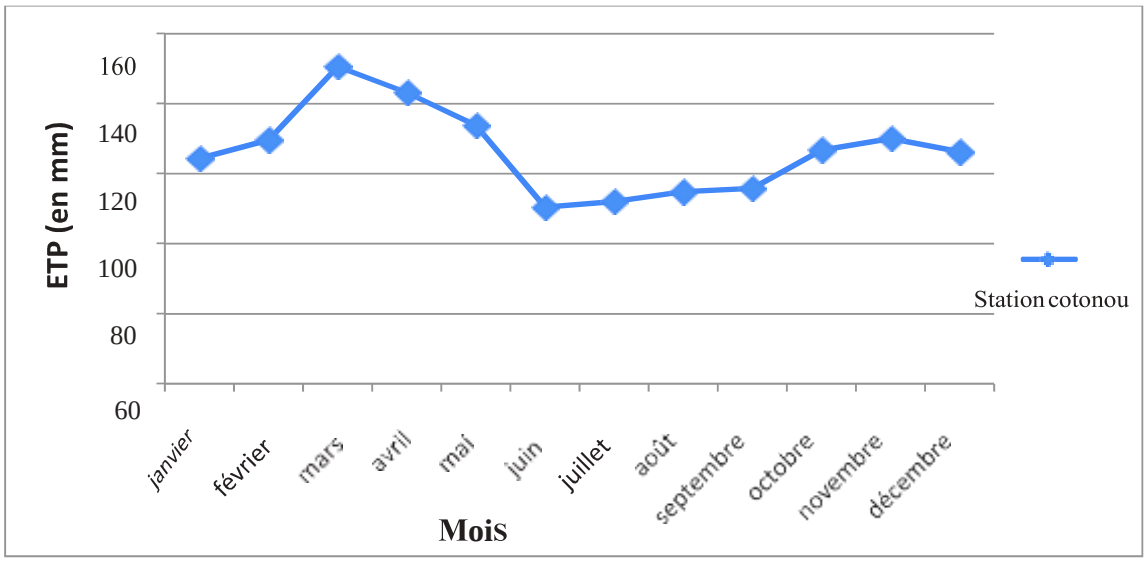


Figure 7 : *Evolution de l'évapotranspiration potentielle (ETP) à Cotonou (période 1984-2013, données ASECNA).*

1.5. TYPES DE SOL ET DE VEGETATION

1.5.1 Le sol

On distingue, du Sud au Nord, deux grands ensembles de sol. Les sols de type hydromorphe et les sols de type ferralitique. Les sols hydromorphes, recouvrent un peu plus de 40% de la commune et se retrouvent principalement dans la frange lagunaire, tels que les arrondissements d'Avlékété, de Djègbadji et de Houakpè-Daho. La Route Inter Etat (RNIE) marque la limite nord de ce complexe parsemé de nombreux îlots. Au-delà de cette limite, s'étendent les sols de type ferralitique. Recouvrant environ 45%, les sols ferralitiques sont généralement localisés dans les arrondissements de Savi, de Gakpé, et la partie septentrionale des arrondissements urbains. (Cakpo-chichi, 2006).

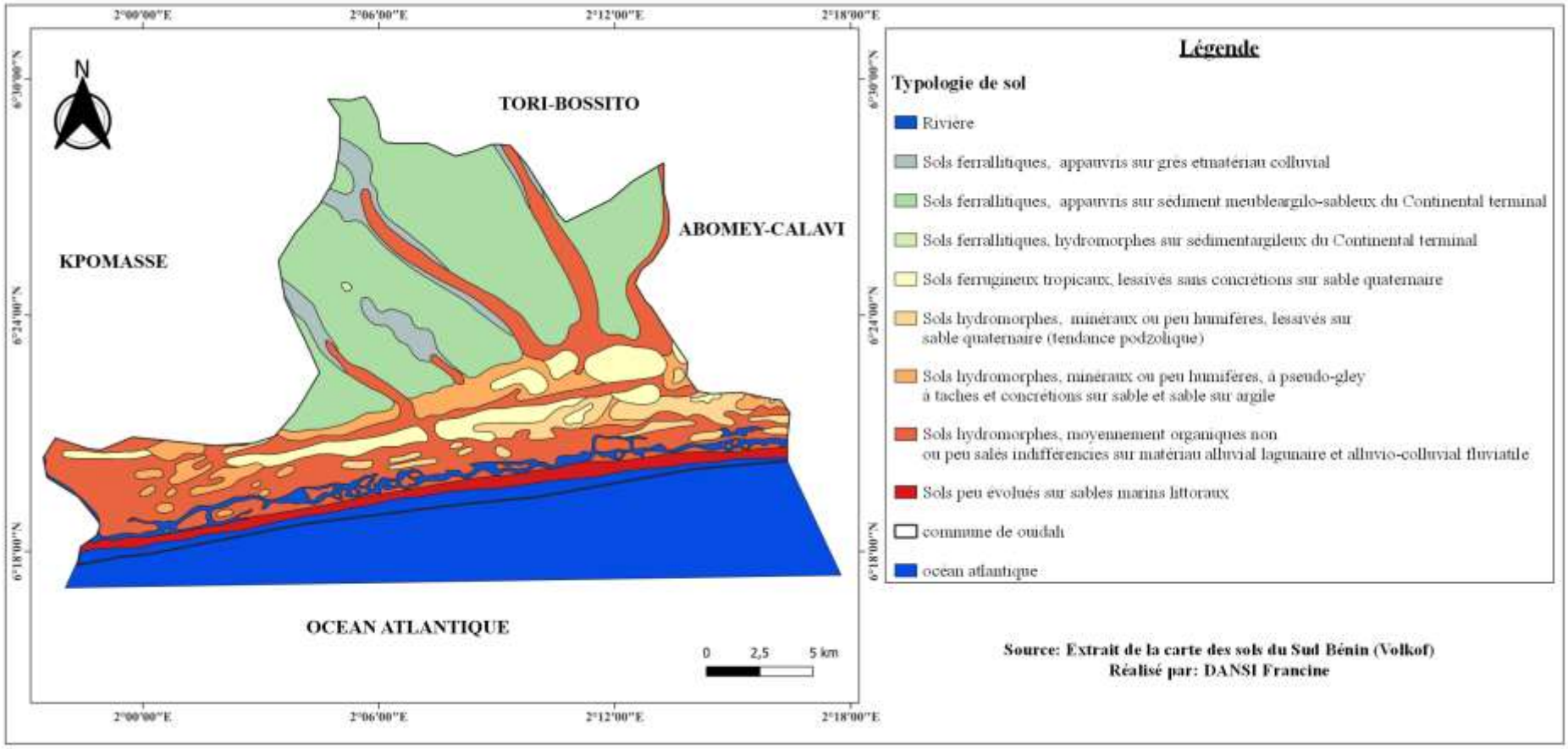


Figure 8 *: Carte pédologique de la commune de Ouidah*

1.5.2 Végétation

Elle se situe dans un écosystème particulier constitué d'une diversité floristique et faunique. Du point de vue formation végétale, la flore est d'une manière générale dégradée, entièrement défrichée et qui laisse apparaître par endroits, l'existence de quelques îlots de forêts sacrées comme celles de Kpassè-Zoumè et d'Avlékété. En dehors de ces reliques de forêts naturelles, il existe plutôt de grandes plantations de palmier à huile, de cocotiers, d'arbres fruitiers (notamment les manguiers), de bois de feu. Les principales espèces de bois de feu sont l'acacia et l'eucalyptus. Elles couvrent une superficie de 300 ha à Ahouicodji. Dans le village de Gakpé, il existe de grandes plantations de cocoteraie (430 ha) et de palmeraie (830 ha) rétrocédées par la SONICOG à la communauté. Ce domaine est dénommé CARON. Devenu une coopérative de tout le village, il est géré par un bureau élu. La cocoteraie reste le type de végétation du cordon littoral. Les formations naturelles sont la savane herbeuse, les prairies et les formations marécageuses à Raphia gigentea, quelques mangroves à Rhizophora racemosa et Avicenia africana.

La faune bénéficie de la diversité des composantes naturelles du milieu constituées d'un microclimat de type humide continental, d'une pluralité floristique composée de forêts naturelles, de plantations forestière et agricole, etc., de ressources en eau (plans et cours d'eau et océan), etc. Cette diversité de l'environnement naturel concourt à la diversité faunique, tant domestique que naturelle. Du point de vue domestique, il s'agit des animaux de compagnie et de brousse (volaille, petit bétail, pisciculture de petite échelle, etc.) ; quant à la faune naturelle ou sauvage, elle concerne plus le type aquatique, notamment les oiseaux, les poissons, les crustacés, les moules, les huîtres, tant d'origine continentale que marine.

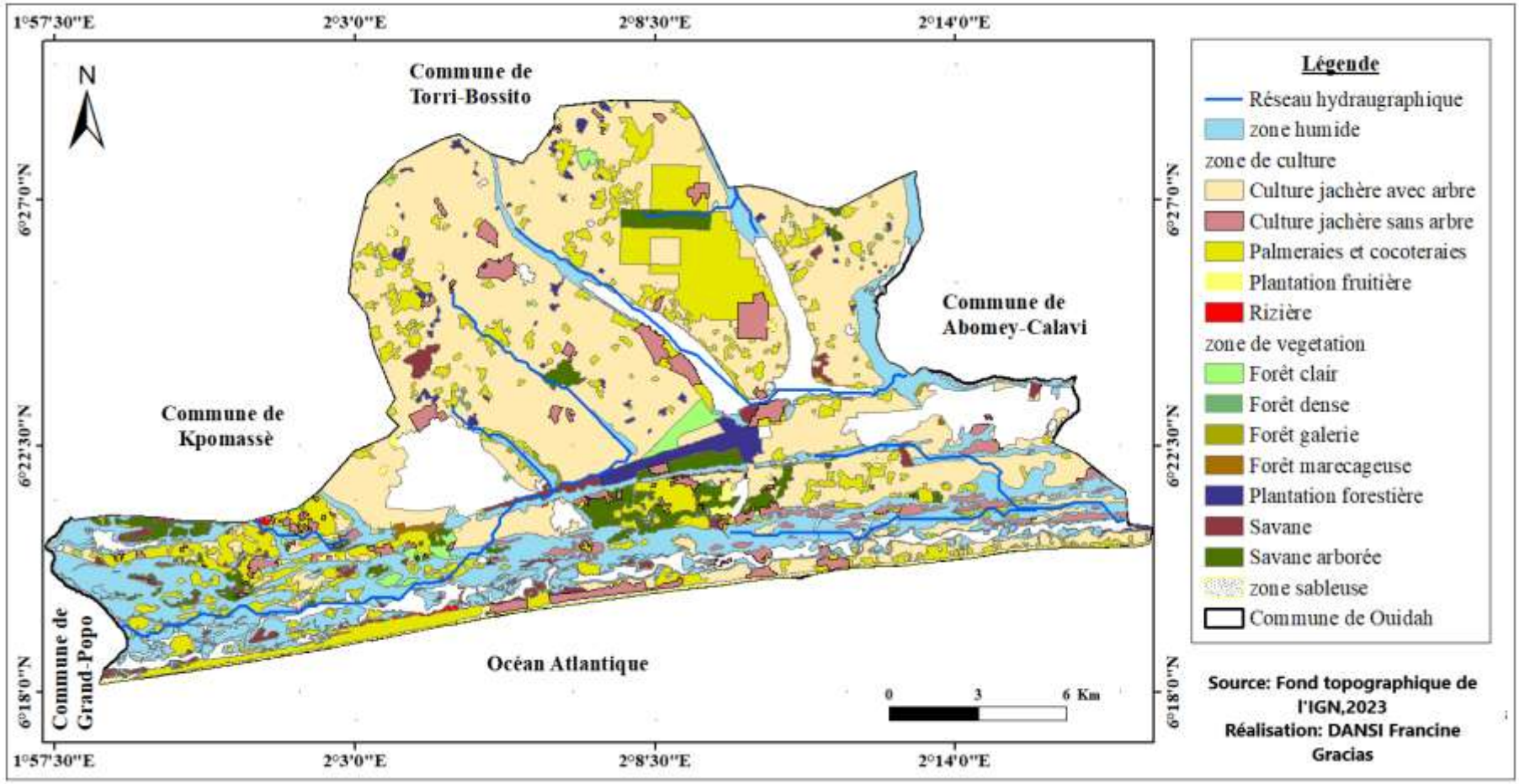


Figure 9 : *Carte de formations végétales de la commune de Ouidah*.

1.6 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

1.6.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'analyse et l'interprétation de la carte géologique de la République du Bénin au 1/200.000 montrent que les formations géologiques de la zone de Ouidah sont de deux grands types. Il s'agit des :

- ✓ Formations du Mio-pliocène qui sont essentiellement constituées de latérite, d'argile rouge latéritique, d'argile bariolée, d'argile sableuse noir ou colorée, de sable fin à grossier et de grès du Continental Terminal.
- ✓ Formations du quaternaire qui sont des dépôts sableux du littoral, des dépôts lagunaires, faits d'argiles et de sables ainsi que des dépôts alluvionnaires constitués de sable et d'argile. Deux (02) unités peuvent être distinguées dans ce groupe :

  - La première est constituée de terrasses, d'argile et de sable-gravier localisée sur la façade littorale avec un front à l'aval ;
  - La seconde est constituée d'alluvions argilo-sableuse ayant une épaisseur de 90 m au maximum.

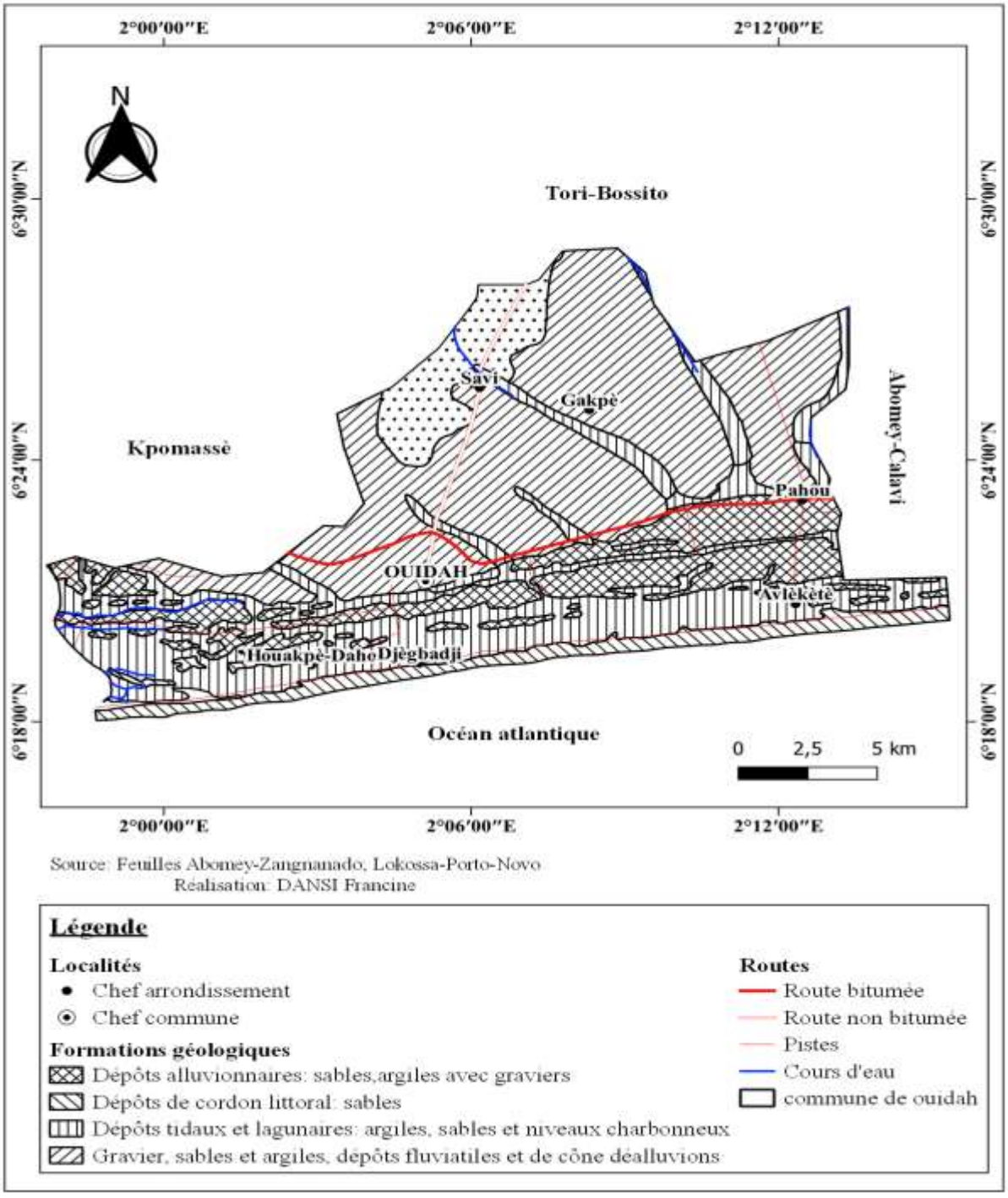


Figure 10 *: Carte géologique de la commune de Ouidah*

1.6.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Sur le plan hydrogéologique, la commune de Ouidah dispose de deux types d'aquifères :

- Aquifères du Continental Terminal
- Aquifères du Quaternaire

Le Continental Terminal

L'aquifère monocouche et à nappe libre des sables du « Continental Terminal » (miocène supérieur - pliocène) se caractérise par une réalimentation aléatoire à l'exception, des zones de bordure. En effet, vers les limites méridionales en particulier, les niveaux piézométriques deviennent de plus en plus superficiels et les épaisseurs de plus en plus importantes avec des débits plus intéressants, pouvant atteindre et même dépasser 200 m^3/h, notamment au niveau du plateau central d'Allada (captage de Godomey-Togoudo près de Cotonou).

- ✓ **L'aquifère des sables littoraux ou alluviaux du quaternaire**

Au niveau des cordons littoraux, il existe presque toujours une nappe phréatique dans laquelle, en coupe, la nappe d'eau douce se présente sous la forme de lentilles flottants sur la nappe d'eau salée marine ou lagunaire ; la côte de l'eau dans les ouvrages de captage se situant entre 0.5 et 3 m en moyenne au-dessus du niveau moyen de la mer, on rencontre vers l'Est des nappes d'eau douce en charge sous le mur de la nappe phréatique à eau salée plus superficielle.

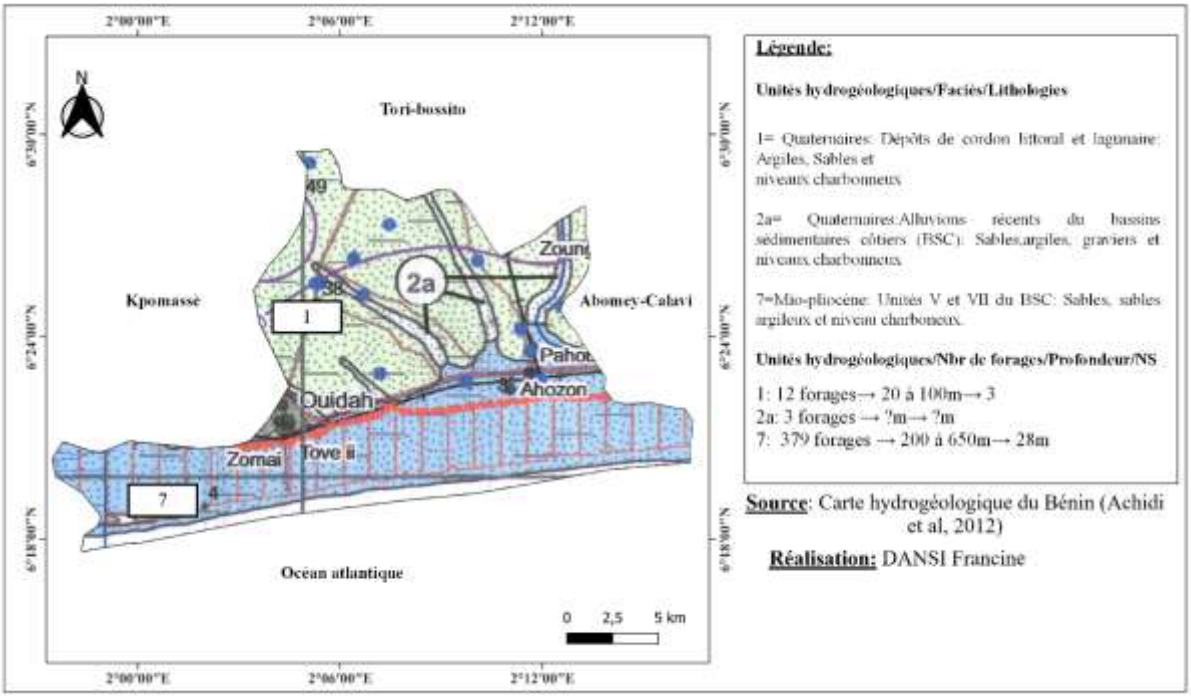


Figure 11: *Carte Hydrogéologique de la commune de Ouidah*

La figure ci-dessous est la colonne hydrogéologique du Bassin Sédimentaire Côtier du Benin.

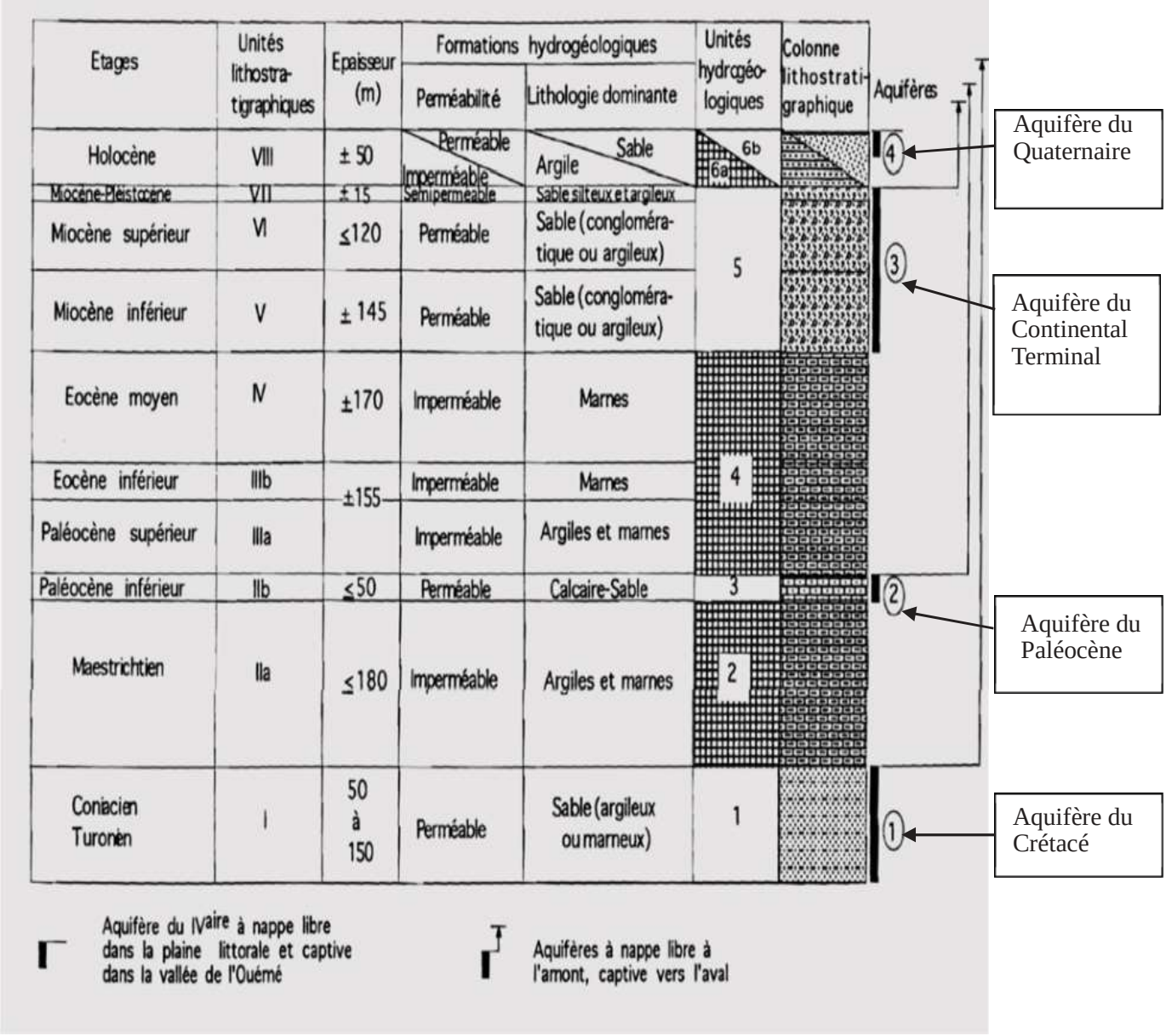


Figure 12*: Colonne hydrogéologique du BSC du Bénin (Boukari, 2002).*

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL UTILISE

Le matériel nécessaire utilisé pour l'atteinte de nos objectifs est composé de :

- Pour la réalisation des coupes hydrogéologiques :
  - ✓ carte hydrogéologique du Bénin à l'échelle de 1 : 500000ème ,
  - ✓ cartes topographiques à l'échelle de 1/200 000ème ,
  - ✓ les coordonnées géographiques de forages réalisés dans la commune ;
  - ✓ les données lithologiques des forages réalisées dans notre zone d'étude ;
  - ✓ papiers millimétrés,
  - ✓ crayons,
  - ✓ équerre,
  - ✓ gomme
  - ✓ colle
  - ✓ une règle graduée et une équerre ;
  - ✓ une rose des vents
  - ✓ ordinateur portatif muni des logiciels EXCEL et QGIS 3.6 pour la digitalisation des coupes manuelles.
- Pour la détermination des niveaux piézométrique :
  - ✓ Une sonde piézométrique ;
  - ✓ Le GPS, pour la prise des coordonnées géographiques des points de mesure ;
  - ✓ Un décamètre pour la mesure des niveaux statiques par rapport à la margelle des puits et la mesure de la hauteur des margelles ;
  - ✓ Un cartable contenant des fiches de terrain ;
  - ✓ Une moto qui a servi de moyen de transport pour aller d'un arrondissement à un autre ;
  - ✓ Un ordinateur portatif muni le logiciel Microsoft office Excel 2016, le logiciel Microsoft office Word 2016 et le logiciel QGIS ont été utilisé pour la réalisation des cartes et l'interprétation des données.

La photo 1 est la sonde piézométrique utilisé pour les mesures sur le terrain



Photo 1 : Sonde piézométrique

Clichée (Dansi, 2023)

2.2. METHODOLOGIE UTILISEE

L'acquisition des données a pour but de collecter les informations relatives à l'étude menée. Elle s'est effectuée suivant plusieurs étapes :

- ✓ Recherche documentaire
- ✓ Collecte des données
- ✓ Traitement des données

2.2.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Dans l'objectif de bien rédiger ce mémoire, nous avons effectué une recherche bibliographique pour une connaissance générale sur l'hydrogéologie du Bassin Sédimentaire Côtier (BSC) et en particulier dans la commune de Ouidah situé sur le Plateau d'Allada. Il s'agit donc de rassembler et d'exploiter le maximum de documents relatifs à la géométrie et la piézométrie de l'aquifère capté à Ouidah (les rapports d'études, les thèses de doctorats et les mémoires similaires) ; de faire des études géométriques et du sens d'écoulement de l'aquifère capté dans la commune de Ouidah, de faire des recherches sur internet ; d'aller dans les bureaux d'études spécialisées ; les bibliothèques scientifiques ; les structures administratives dans le but de collecter les données disponibles.

2.2.2- COLLECTE DES DONNEES

Pour la collecte des données, il est question de collecter les données dont nous avons réellement besoin pour mener à bien notre étude. Ainsi, le travail est fait en deux parties que sont :

❖ La première partie consiste aux collectes des données lithologiques des forages. Nous avons collecté des données lithologiques des forages réalisés dans toutes la Communes de Ouidah. Au total, vingt-trois (23) logs d'ouvrages ont été collectés à la Direction Départementale de D'Hydraulique de l'Atlantique. Les lithologies nous ont permis de réaliser des coupes hydrogéologiques.

❖ La deuxième étape concerne la phase de terrain. Pour cette phase, nous avons fait une campagne qui a duré 3 jours (du 04 au 06 Octobre 2023) et elle a consisté essentiellement à la prise des données dans les puits traditionnels de la commune de Ouidah. Sur les 87 puits, nous avons collecté des données qui concernent :

✓ des données géographiques (l'altitude selon une référence régionale, longitude et latitude)

Le GPS 72H GARMIN est utilisé dans l'intention de repérer et reporter ces points de mesure sur la carte de notre zone d'étude. Une fois sur le lieu de mesure le GPS est allumé afin de reporter les coordonnées géographiques (longitude, latitude et l'altitude).

✓ mesure des niveaux statiques (la profondeur de la hauteur de la surface de l'eau par rapport au sol/référence de lecture). Ici, des mesures ont été effectuées dans quelques ouvrages de la commune de Ouidah. Ces données collectées ont permis de comprendre le sens d'écoulement de l'eau souterraine dans la commune de Ouidah à travers les cartes réalisées :

La mesure du niveau statique est faite à l'aide d'une sonde piézométrique. Pour la mesure, on positionne verticalement la sonde piézométrique au-dessus de la margelle du puits, puis on le déroule en envoyant la partir graduée dans le puits perpendiculairement à la surface de l'eau. On note la profondeur du niveau d'eau dès que la sonde émet un signal, cela a besoin de beaucoup d'attention et de concentration pour détecter le niveau exact du signal. Ensuite on mesure la hauteur de la margelle du puits qu'on soustrait de la profondeur du niveau d'eau mesuré pour avoir le niveau statique par rapport au sol.

La photo 2 est la photo de prise de mesures du niveau piézométrique dans un puit à Ouidah



Photo 2 : Mesure des niveaux statiques

Clichée (Dansi, 2023)

2.2.3- TRAITEMENT DES DONNEES

Toutes les données collectées ont été reportées et traitées avec les logiciels. Pour ce faire, plusieurs méthodes ont été utilisés pour atteindre les différents objectifs prédéfinis. Il s'agit notamment des logiciels adaptés à chacun des objectifs poursuivis. Notre traitement s'est fait en deux grandes parties que sont :

2.2.3.1 REALISATION DES COUPES HYDROGEOLOGIQUES

Dans notre travail nous avons utilisé la méthode manuelle pour la réalisation des coupes hydrogéologiques. La figure 13 montre les différents traits de coupe considérés.

Méthode manuelle

A l'aide des données lithologiques des ouvrages existants avec leurs coordonnées géographiques (Longitude et Latitude) et la carte topographique de la commune de Ouidah, nous avons réalisés des coupes hydrogéologiques de la façon suivante :

- projeter les points où sont implantés les forages sur la carte à l'aide des coordonnées géographiques enregistrées par un GPS lors de la réalisation du forage sur une carte Etude de la géométrie à l'échelle 1/50 000 ième ;
- tracer sur la carte la direction dans laquelle les coupes seront réalisées ;
- exécuter les profils topographiques correspondants ;

- positionner sur ce profil les logs de forages situés sur ou à proximité des traits de coupe,
- de même que les niveaux crépines ainsi que les niveaux statiques (mesurées lors de la réalisation des forages) sur ces profils préalablement réalisés ;
- corréler les faciès identiques d'un log de forage à un autre pour mettre en évidence les différentes couches superposées ;
- différencier les niveaux aquifères de ceux qui ne le sont pas ;
- scanner les coupes obtenues et les digitalisées à l'aide du logiciels SIG QGIS 3.6 afin d'obtenir la version numérique des coupes hydrogéologiques réalisées sur des papiers millimétrés.

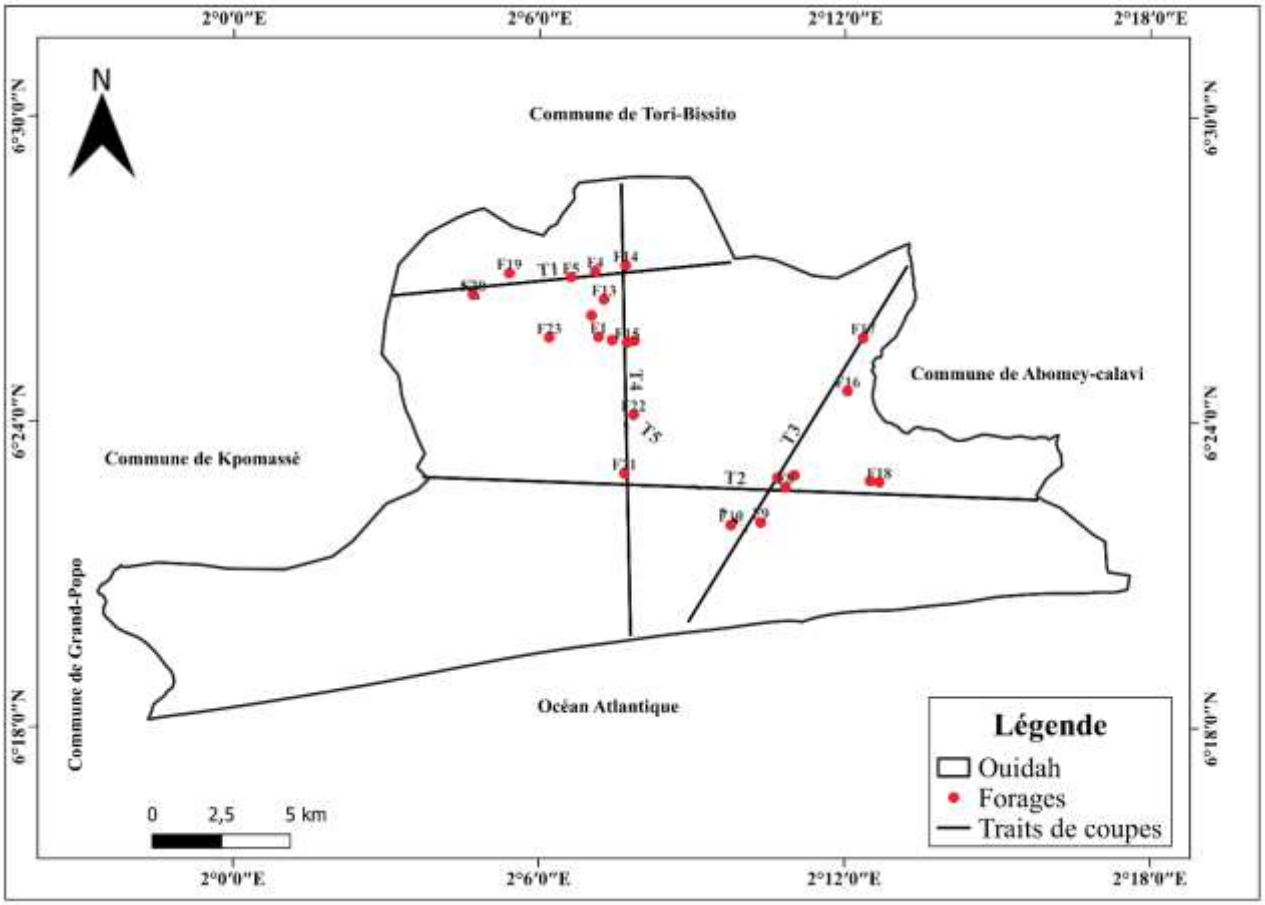


Figure 13: *Illustration des traits de coupe tracés dans la commune de Ouidah.*

2.2.3.2 REALISATION DE LA CARTE PIEZOMETRIQUE

La carte piézométrique indique de façon générale le comportement de la nappe (le sens d'écoulement, les zones de recharge et de décharge). Pour sa réalisation, on a besoin des niveaux piézométriques. Ces derniers sont calculés grâce aux niveaux statiques relevés dans les puits et aux altitudes en chaque point. Pour avoir ces altitudes afin de calculer les niveaux piézométriques, les points de mesure avec leurs coordonnées géographiques sont projetés sur une carte de Ouidah et à l'aide des courbes de niveau sur la carte, on lit la valeur exacte des altitudes.

$$NP = Z - NS \quad (1)$$

Avec :

NP : Niveau piézométrique ou charge hydraulique,

Z : Altitude en (m),

NS : Niveau statique en (m).

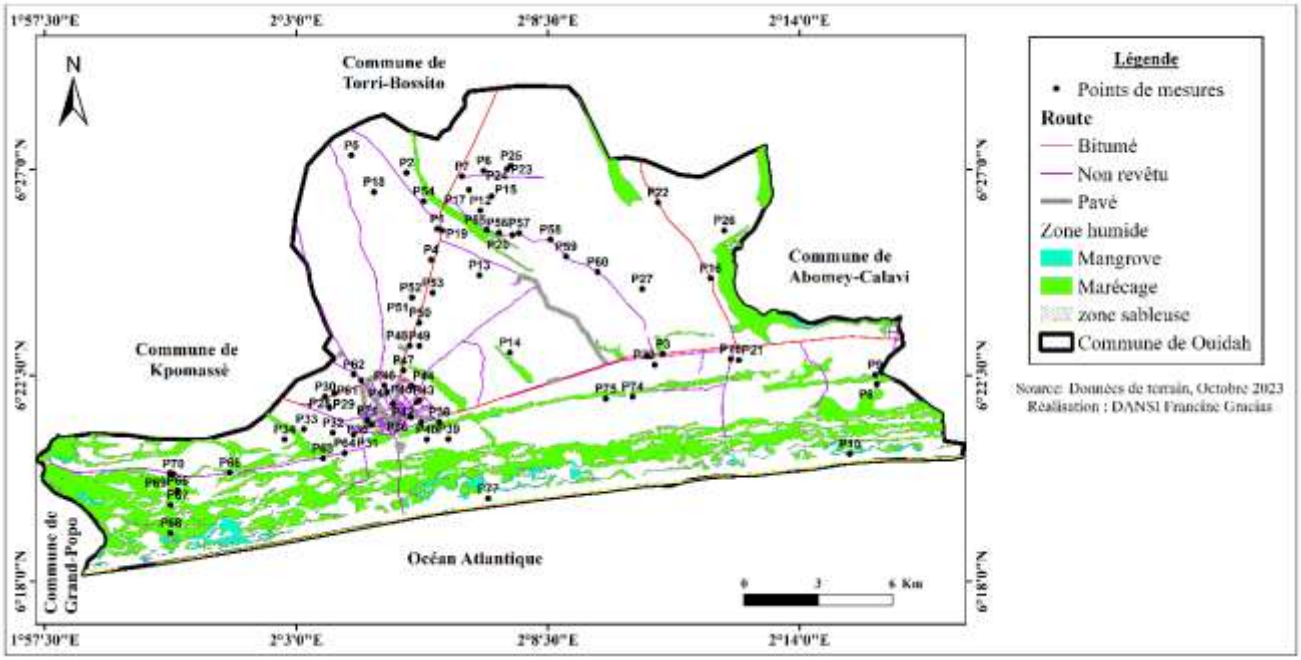


Figure 14 : *Carte de localisation des points de mesures de la commune de Ouidah*

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

3.1.1. STRUCTURE ET GEOMETRIE DU SYSTEME AQUIFERE CAPTE DANS LA COMMUNE DE OUIDAH

3.1.1.1 Corrélations lithostratigraphiques et coupes hydrogéologiques

- Suivant la direction W-E (Coupe T1)

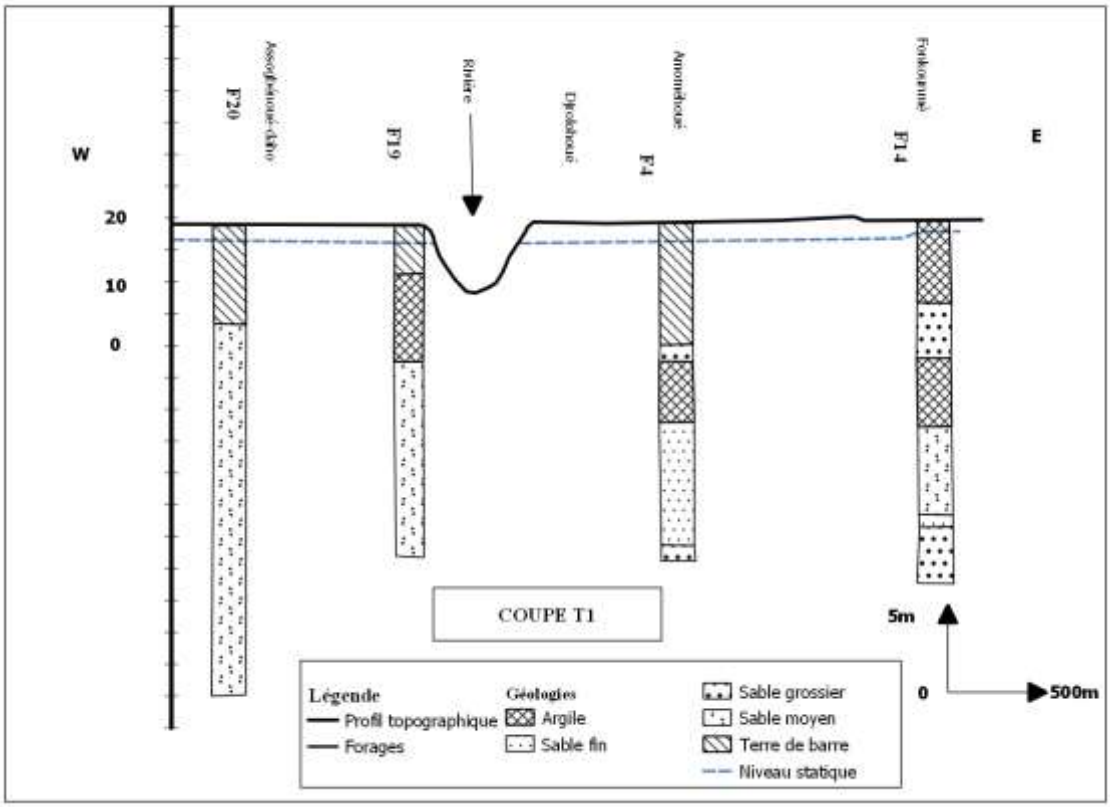


Figure 15 *: Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T1*

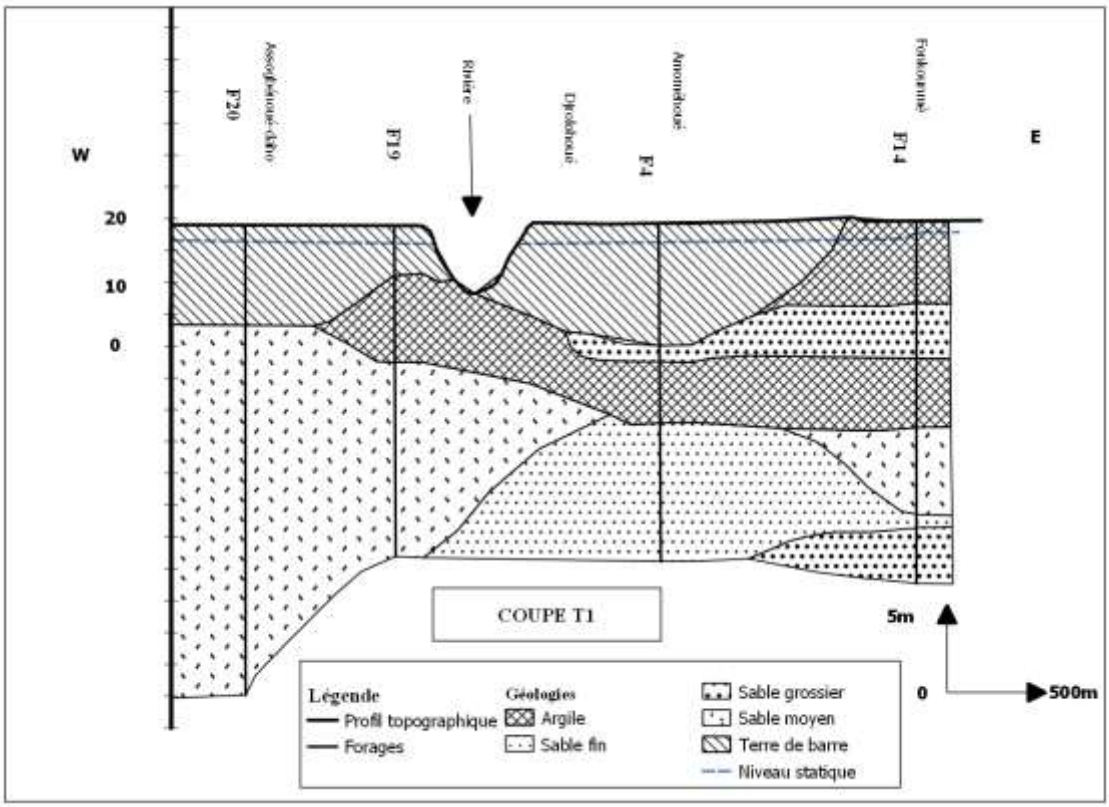


Figure 16: *Coupe hydrogéologique du trait de coupe T1*

La figure 15 montre la corrélation lithostratigraphique de la coupe T1. La coupe T1 de la figure 16 ci-dessus révèle après corrélation des faciès, cinq (05) couches hydrogéologiques à savoir :

- Une couche de terre de barre affleurant dans les localités d'Assogbénou-Daho, Djrolohoué et Amomèhoué avec une épaisseur respective de 18 m, 22 m et 13 m ;
- Plusieurs couches de sable moyen, l'une très large de 66m à Assogbénou-Daho et l'autre moyennement large de 16m d'épaisseur à Fonkounmè ;
- Plusieurs couches d'argile ; une qui affleure en surface à Fonkounmè avec une épaisseur de 15m et l'autres plus profondes situées à Fonkounmè et Djrolohouè avec une épaisseur respective de 12m et 13m ;
- Plusieurs couches de sable grossier avec des épaisseurs moyennement grandes allant de 10m à 11m d'épaisseur à Fonkounmè et une petite couche de 2m d'épaisseur à Djrolohoué ;
- Une large couche de sable fin couvrant 22m d'épaisseur à Djrolohoué et une petite couche de 2m d'épaisseur à Fonkounmè.

Suivant la direction W-E (Coupe T2)

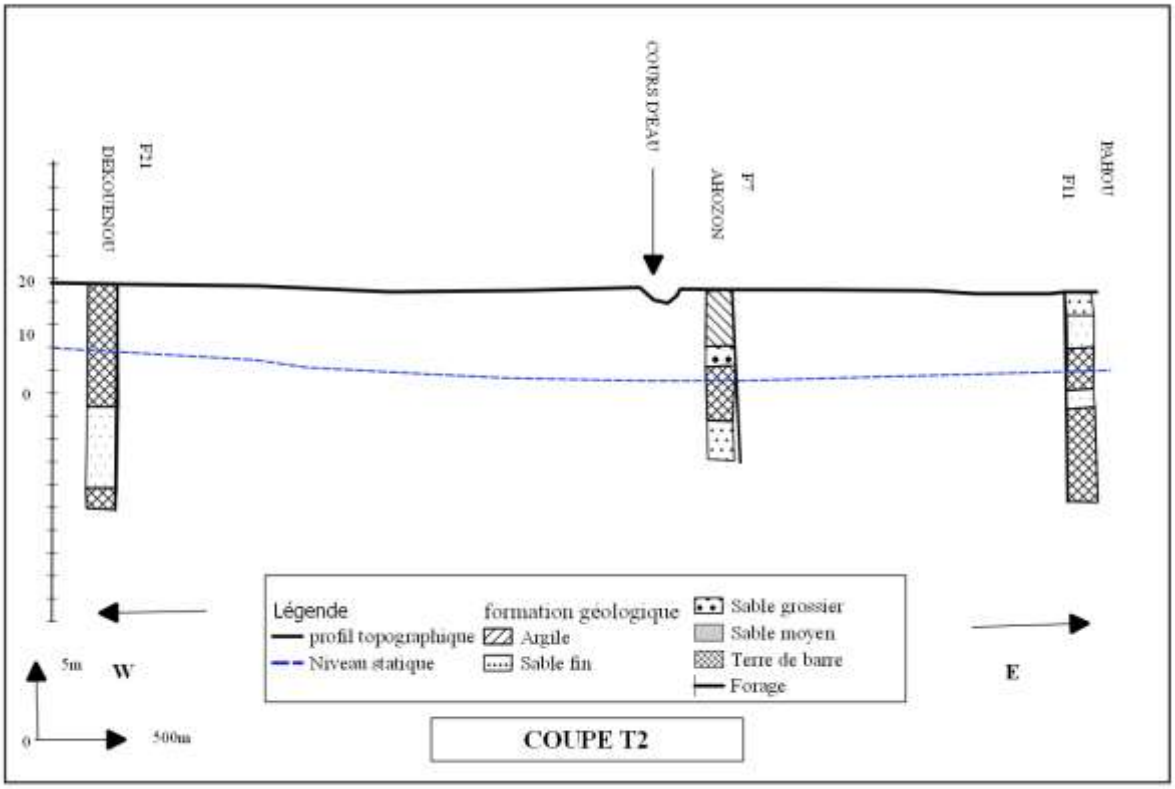


Figure 17: *Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T2*

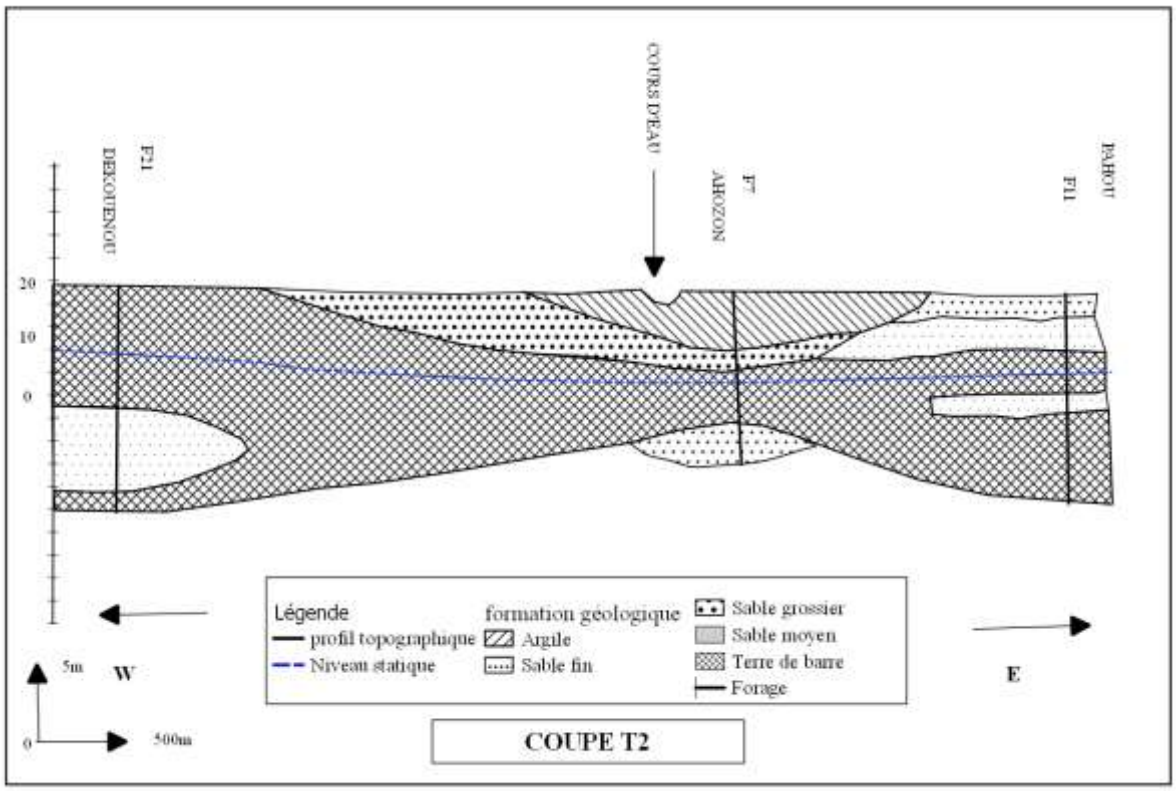


Figure 18: *Coupe hydrogéologique du trait de coupe T2*

La figure 17 montre la corrélation lithostratigraphique de la coupe T2. La coupe T2 de la figure 18 révèle après corrélation des faciès, quatre (04) couches à savoir :

- Une couche de sable fin affleurant dans la localité Pahou avec une épaisseur de 5m et une couche de sable fin de 8m d'épaisseur à Ahozon ;
- Une grande couche d'argile dans les localités de Dèkouènou, Ahozon et Pahou avec des épaisseurs respectives de 47m, 13m et 33m avec des poches de sable moyen à Dèkouènou et Pahou ;
- Une couche de sable moyen à Dèkouènou de 17m d'épaisseur et à Pahou allant de 5m à 7m d'épaisseur ;
- Une couche de sable grossier affleurant entre Dekouenou et Ahozon allant de 4m à 11m d'épaisseur et une petite couche à Ahozon de 4m d'épaisseur ;
- Une couche de terre de barre affleurant à Ahozon avec une épaisseur de 12m

- Suivant la direction SSW-NNE (Coupe T3)

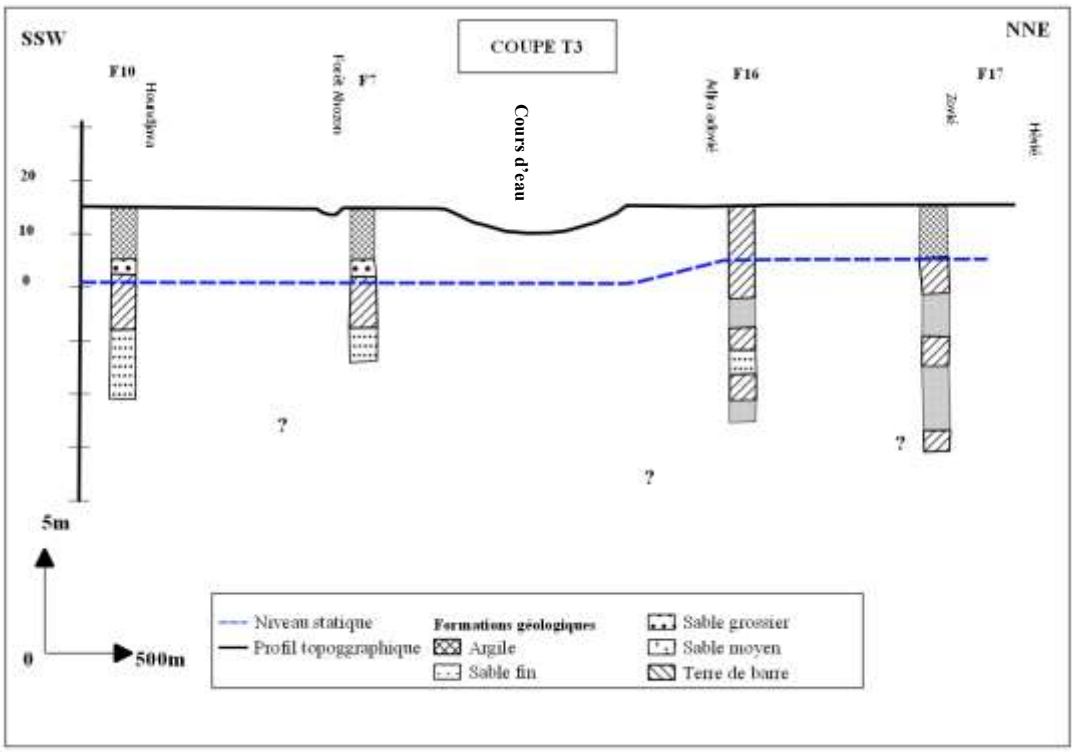


Figure 19*: Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T3*

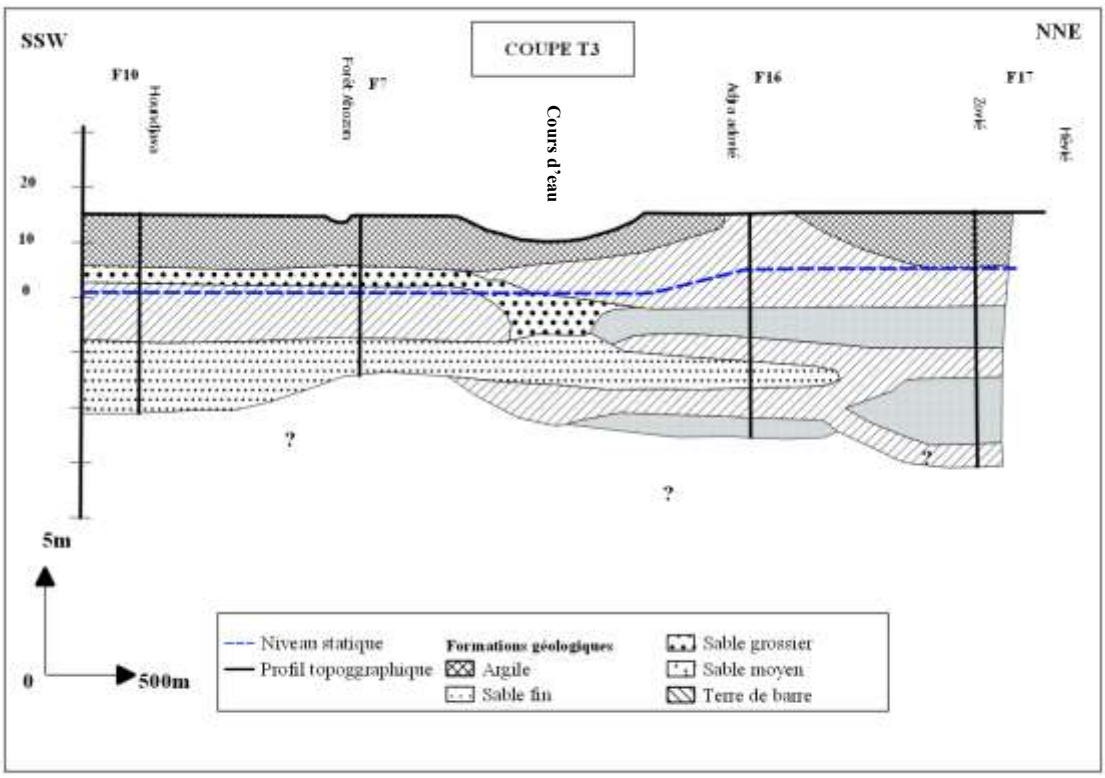


Figure 20*: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T3*

La figure 19 montre la corrélation lithostratigraphique de la coupe T3. La coupe T3 de la figure 20 ci-dessus révèle après corrélation des faciès, cinq (05) couches à savoir :

- Deux couches de terre de barre affleurant, la première dans les localités Houndjava, Forte Ahozon et Adjra-Adovié avec une épaisseur respective de 12m, 11m et 6m et la deuxième dans la localité de Hervié avec une épaisseur de 12m ;
- Plusieurs couches d'argile l'une à Houndjava de 14m d'épaisseur, l'autre à Adjra-Adovié avec une épaisseur moyenne de 6m et enfin une couche à Hèvié avec des épaisseurs qui varient entre 6m et 9m,
- Plusieurs couches de sable moyen dont deux couches à Pahou avec des épaisseurs variantes entre 10m et 15m et à Adjra-Adovié des moyennes épaisseurs de 7m à 6m ;
- Une couche de sable grossir continue à Houndjava d'une épaisseur de 4m ;
- Une couche continue de sable fin à Houndjava avec une épaisseur de 17m et Adjra-Adovié avec une épaisseur de 6m

❖ Suivant la direction S-N (Coupe T4)

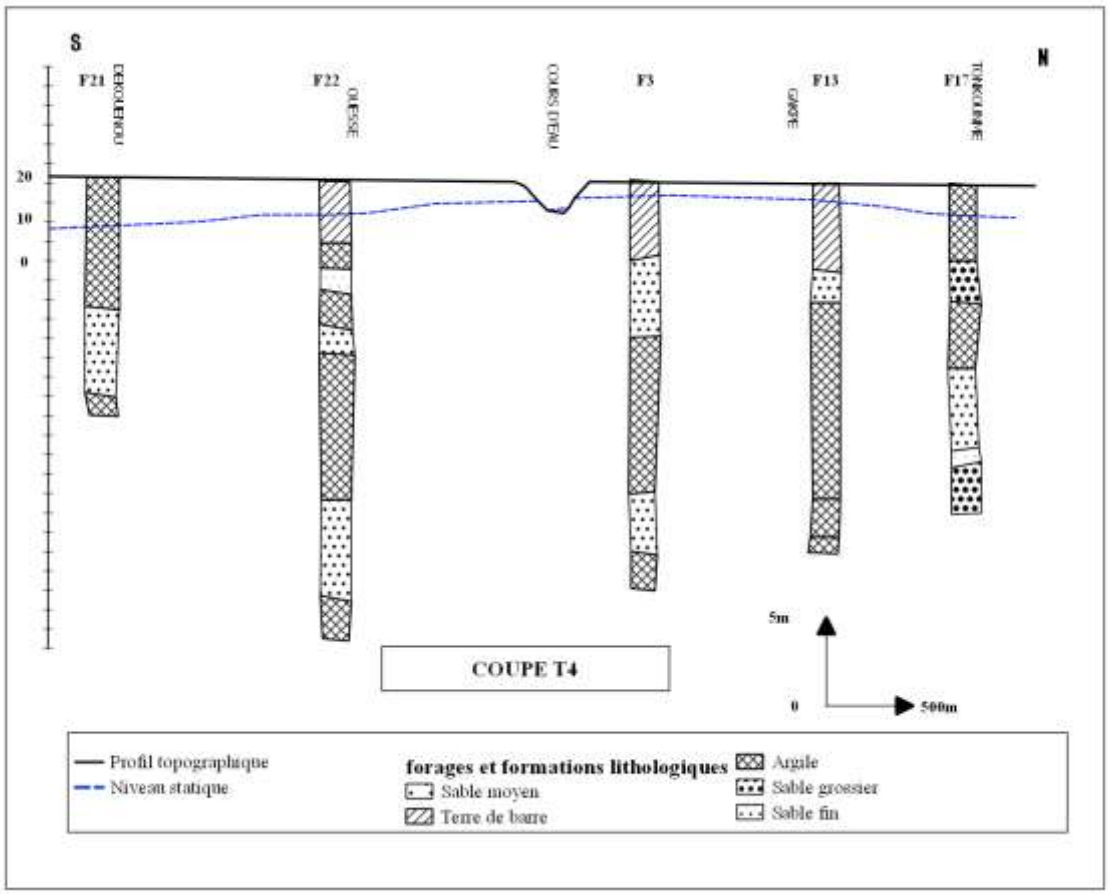


Figure 21: *Corrélation lithostratigraphique du trait de coupe T4*

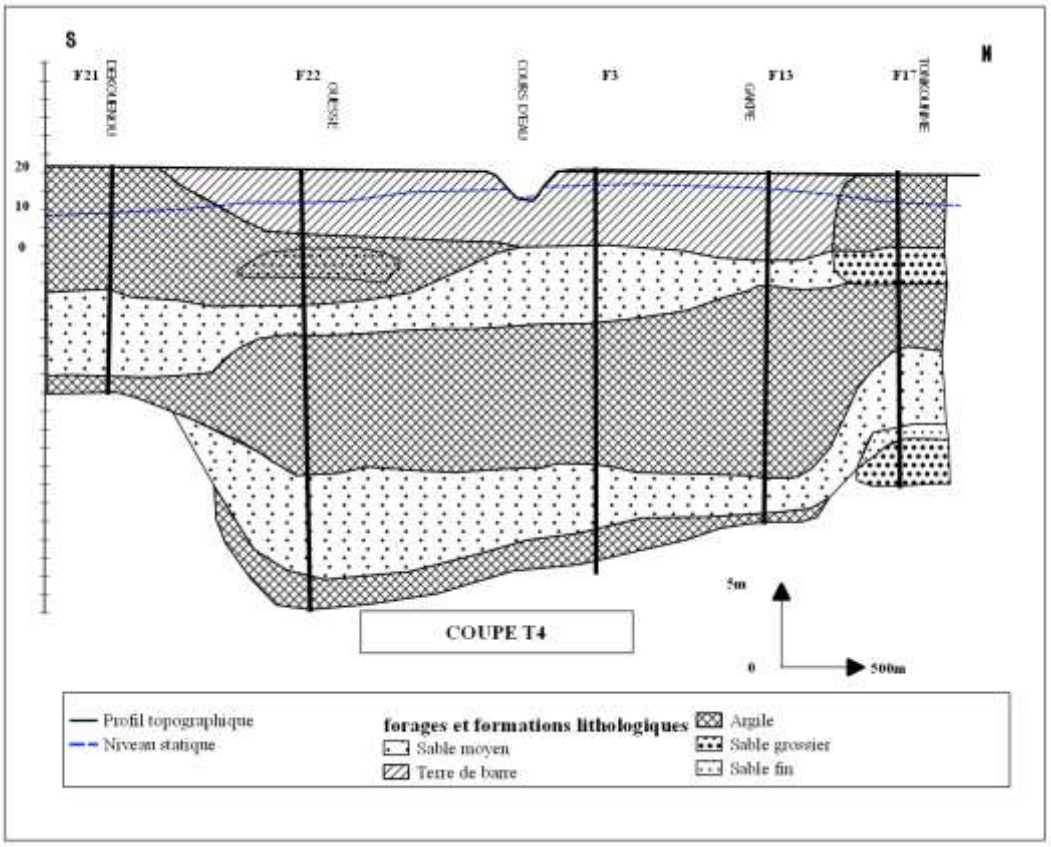


Figure 22*: Coupe hydrogéologique du trait de coupe T4*

La figure 21 montre la corrélation lithostratigraphique de la coupe T4. La coupe T4 de la figure 22 ci-dessus révèle après corrélation des faciès, cinq (05) couches à savoir :

- Une couche de terre de barre affleurant dans les localités de Ouessè et gakpé, avec une épaisseur respective de 13m et 15m ;
- Plusieurs couches d'argile, deux large et affleurant d'épaisseur de 15m à Fonkoumè et de 26m à Dèkouénou et une couche de 15m d'épaissseur à Ouèssè avec une poche de 6m d'épaisseur de sable fin ;
- Deux couches couche de sable grossier de 8m et 10m d'épaisseur à Fonkounmè ;
- Deux couches continuent de sable moyen, dont la première dans les localités de Dèkmouènou, Ouessè, Gakpé et Fonkounmè avec une épaisseur respective de 18m, 7m, 16m, et la deuxième dans les localités de Ouessè, Gakpé et Fonkounmè avec une épaisseur respective de 21m, 11m et 16m ;
- Plusieurs couches de sable fin avec des épaisseurs moyennement petites de 6m d'épaisseur à Ouesse, et 2m d'épaisseur à Fonkoumè ;

3.1.1.2 Identification hydrogéologique de l'aquifère capté dans la zone d'étude

Les coupes hydrogéologiques présentes presque toutes les mêmes successions lithologiques. On observe cinq (05) couches hydrogéologiques à savoir : la terre de barre, le sable moyen, le sable fin, le sable grossier et l'argile. Ces cinq couches sont groupées et forment trois horizons dont la première formation imperméable (argile), la seconde semi-perméable (terre de barre) et la dernière perméable (sable fin, sable moyen et sable grossier). La seule couche aquifère qu'on peut identifier dans toute la zone d'étude est constituée de sable et n'étant pas sous une pression importante de couche imperméable peut être qualifiée de nappe libre ou à la limite semi-libre. Toutes les autres couches aussi bien que la terre de barre et l'argile sont considérées comme des horizons non aquifères. Le niveau statique varie de 14m à 34 m de profondeur, avec une moyenne de 20m de profondeur.

3.1.2. PROFONDEUR DE LA NAPPE

La figure 23 est la carte de profondeur de la surface de la nappe phréatique de la commune de Ouidah. Elle indique de façon générale le comportement de la nappe vers la fin de la période de basses eaux. Cette carte de profondeur réalisée avec le logiciel ARCGIS avec les données d'Octobre 2023 montre que dans la commune de Ouidah, les profondeurs sont élevées au Nord et décroissent au fur et à mesure qu'on descend vers le Sud. Les faibles valeurs observées du Sud-Ouest vers Sud-Est sont sous l'emprise d'une zone marécageuse provoquée par la lagune côtière et surtout de l'aquifère du quaternaire capter dans cette zone. La profondeur maximale de la nappe est atteinte au Nord de la commune à cause de l'aquifère du continental terminal capté. La connaissance de cette évolution répond à plusieurs objectifs. Tout d'abord, elle permet aussi d'avoir une idée sur les lieux d'implantation des ouvrages hydrauliques dans la commune. Aussi, elle pourra être utile pour caler un futur modèle prévisionnel pour l'implantation des ouvrages dans la commune de Ouidah.

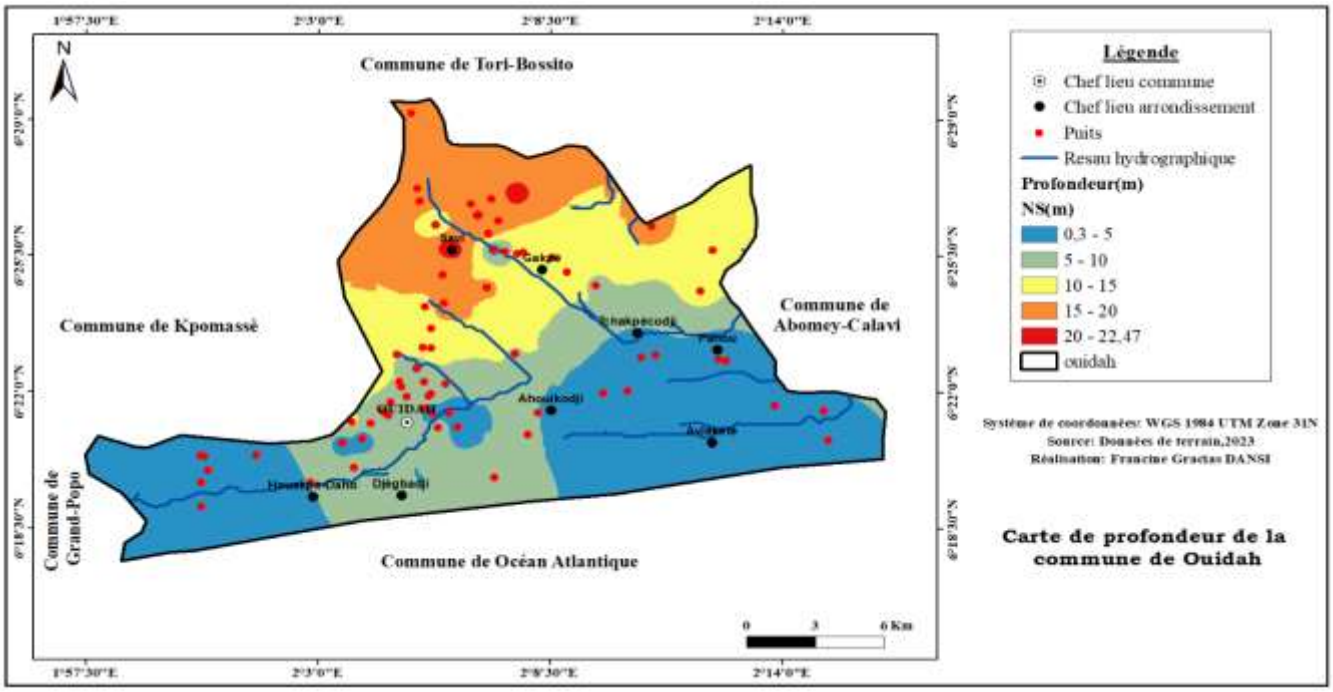


Figure 23: Carte de profondeur de la nappe phréatique de la commune de Ouidah

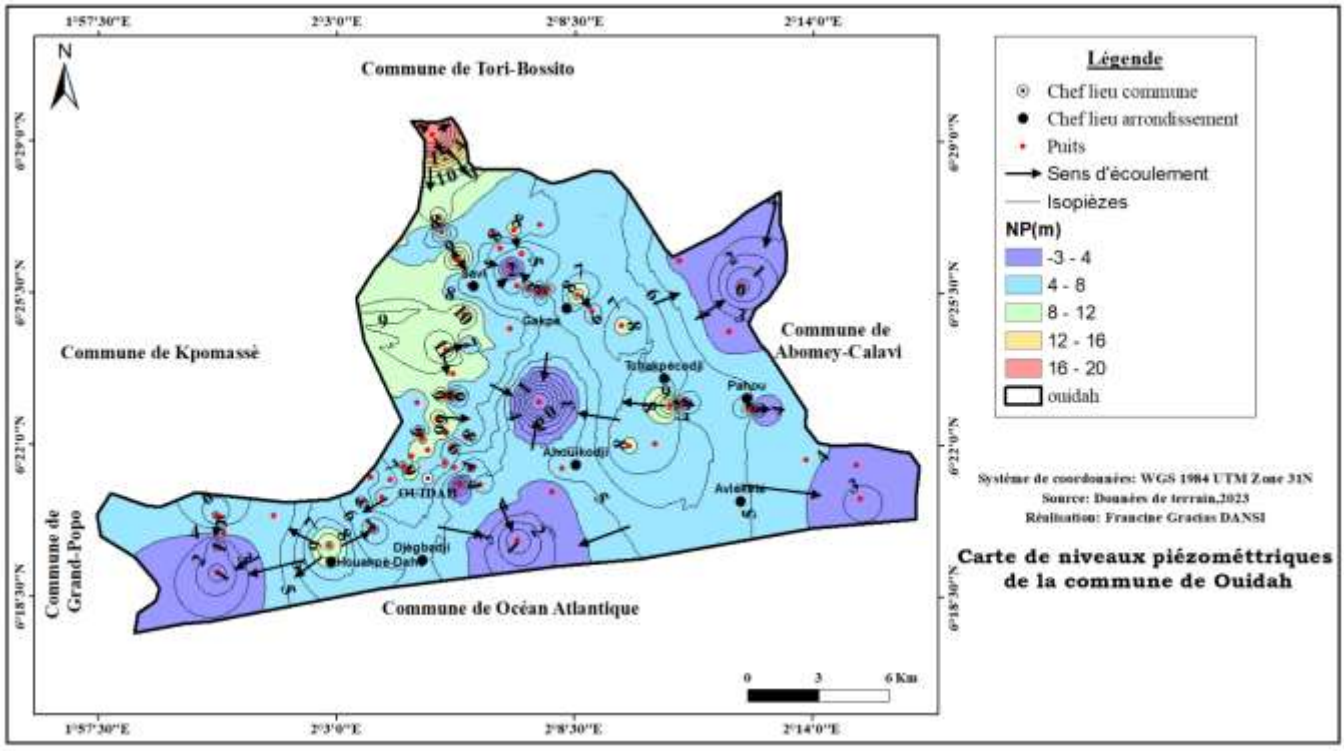


Figure 24 *: Carte du niveaux piézométrique et d'écoulement souterrain dans de la commune de Ouidah*

3.1.3. ETUDE PIEZOMETRIQUE

La piézométrie de la nappe phréatique de la commune de Ouidah

La carte piézométrique réalisée à partir du logiciel Sufer 8.0 utilisant les données d'Octobre 2023 montre que dans la commune de Ouidah, les niveaux piézométriques sont élevés au Nord et décroissent au fur et à mesure qu'on descend vers le Sud. Cet accroissement du centre de la commune vers le Nord est dur d'une part par le fait que cette partie se trouve sur le plateau d'Allada et capte l'aquifère du continental terminal. En revanche cette partie du centre vers le Sud se localise sur la plaine côtière et capte l'aquifère du quaternaire. De plus, au Nord-Ouest des dômes piézométriques sont observés alors qu'une dépression piézométrique située au centre est observée. Les écoulements au sein de la nappe phréatique divergent des dômes vers les dépressions piézométriques. L'écoulement se fait alors des grandes charges vers les charges les plus faibles, donc le sens général de l'écoulement est du Nord vers le Sud. Cette dépression au centre de Ouidah modifie l'écoulement naturel. La connaissance de cette évolution répond à plusieurs objectifs. Elle pourra être utile pour caler un futur modèle prévisionnel de l'écoulement de la nappe de la commune de Ouidah.

3.2. DISCUSSION

Les coupes hydrogéologiques réalisées ont mis en évidence plusieurs types de couches imperméables dont principalement l'argile ; perméables dont les sables et semi-imperméables à savoir la terre de barre. Ces couches s'alternent. L'épaisse couche d'aquifère de cette zone est le sable d'une épaisseur moyenne existant dans toute la commune. Les autres sont des lentilles d'argile et de terre de barre. Ces résultats sont confirmés par les travaux menés par Boukari (1998). L'aquifère de sable de cette zone repose sur une couche d'argile qui lui sert de mur. La partie supérieure de l'aquifère représentant son toit est tantôt de l'argile ou de la terre de barre. L'aquifère n'étant pas sous la pression d'une importante couche imperméable (argile), nous sommes donc en présence d'un aquifère à nappe libre ou tout au plus semi-libre à cause de quelques couches d'argile ou Terre de barre qui surplombent l'aquifère. L'horizon aquifère devrait être facilement rechargé lors des précipitations mais pourrait être dans une certaine mesure vulnérable à la pollution. En comparant les résultats obtenus à notre hypothèse de départ on retient que dans notre zone d'étude que deux aquifères sont captés ; qu'il est continu et surtout est à nappe libre. Son niveau statique est moyennement constant, mais diminue brusquement aux endroits où sont concentrés plusieurs couches en même temps (c'est-à-dire, là où nous avons beaucoup plus de couches traversées). Cela s'expliquerait par la pression que mettent toute ces couches sur la zone aquifère. Aussi les rivières et cours d'eau présents constituent une source de décharge de la nappe. Les niveaux piézométriques varient fortement dans toute la commune de Ouidah.

Les niveaux statiques relevés lors de notre campagne d'Octobre 2023 varient entre 0.23 m et 22,47m (du Nord vers le Sud). Cette diminution de profondeur au Sud est due, d'une part, à la zone marécageuse provoquée par la lagune côtière malgré la période de mesure (période de basse eau) et d'autre part, au relief et l'aquifère du quaternaire capter dans cette zone. Ces résultats sont confirmés par les travaux menés par Chodaton (2015). La profondeur maximale de la nappe est atteinte au Nord de la commune sur l'aquifère du continental terminal et la profondeur minimale sur l'aquifère du quaternaire capté au Sud de la commune. La carte du niveau piézométrique nous présente le sens de l'écoulement de l'eau souterraine. L'écoulement se fait des dômes vers les dépressions piézométrique (variant entre 20m et -3m) et vers aussi certains exutoires. L'écoulement se fait en majeure partie du Nord vers le Sud car l'altitude est plus élevée au Nord sur le continental terminal que sur l'aquifère du quaternaire localisé sur la

plaine côtière au Sud de Ouidah. Pour s'en convaincre, certains arrondissements notamment ceux du Sud souffrent cruellement du non-disponibilité de forage à cause du phénomène de la salinité de leur nappe phréatique.

CONCLUSION

Le présent travail intitulé « Caractérisation hydrogéologique de l'aquifères superficiel de la commune de Ouidah : définition de la géométrie et de la piézométrie » a été élaboré dans le but de mieux appréhender les aquifères captés dans la commune. Pour y parvenir nous avons collecté quelques données lithologiques de forages réparties dans la commune. Ces données lithologiques nous ont permis de réaliser cinq coupes hydrogéologiques de direction W – E (Coupe T1) ; W – E (Coupe T2) ; SSW – NNE (Coupe T3) et S – N (Coupe T4). Il en ressort que, la commune de Ouidah est constituée de cinq (05) couches dont l'argile, la terre de barre, le sable moyen, sable grossier et le sable fin.

La commune de Ouidah repose sur deux aquifères dont la partie nord se retrouve sur le plateau d'Allada et capte l'aquifère du Continental terminal et la partie sud, se trouvant sur la plaine côtière et capte l'aquifère du Quaternaire. L'écoulement de l'eau souterraine se fait en majeur partie du Nord vers le Sud. En définitive, on peut retenir que les populations de la commune de Ouidah sont alimentées en eau potable essentiellement à partir du système aquifère du Continental Terminal. Le relief est relativement plat, généralement caractérisé par une pente de 5%. Cela contribue aussi au sens de l'écoulement de l'eau. Certains Arrondissements notamment ceux du sud souffrent cruellement de la non-disponibilité de forage à cause du phénomène de la salinité de leur nappe phréatique.

SUGGESTIONS

Diverses suggestions sont proposées pour optimiser la gestion et l'utilisation de cette ressource. Issues d'une analyse minutieuse des données collectées dans la commune de Ouidah, ces propositions s'adressent aux professionnels, cadres et chercheurs dans le domaine de l'eau. Elles se présentent comme suit :

- Réaliser des puits d'observation équipés pour une étude plus minutieuse.
- Réaliser plus de forages dans la commune et respecter impérativement les débits d'exploitation fixés sur les forages afin d'éviter l'intrusion saline.
- Faire un suivi régulier des niveaux de la nappe pour suivre son évolution dans le temps.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Achidi et *al.,* (2012), « Hydrogéologie du Bénin).
2. Agossou Amos., (2014), « Etude de la piézométrie et paramètres hydrodynamiques de l'aquifere du crétacé supérieur du plateau d'Abomey », Mémoire de licence, UAC licence, UAC, P 20-24-25
3. Alassane A., (2004), « Etude hydrogéeologique du continental terminal et des formations de la plaine littorale dans la région de Porto-Novo (sud du Benin) : identification des aquifères et vulnérabilité de la nappe superficielle ». Thèse de Doctorat de 3ème cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, p145 ;
4. Boukari, (2002), Rréeactualisation des connaissances hydrogéologiques relatives au bassin sédimentaire côtier du Benin, rapport du programme d'appui à la gestion des ressources en eau, direction hydraulique, Cotonou, Benin, Thèse de Doctorat, p134.
5. Capo-Chichi Y. J., (Avril 2006), « Monographie de la commune de Ouidah. » p2-3-5.
6. Chodaton R. H., 2015 « Etude piézométrique et détermination des parametres hydrodynamiques de l'aquifère du continental terminal capte dans la commune de Ouidah », Mémoire de licence, UAC, P.
7. Comité international de la Croix-Rouge 19, (septembre 2011), « Revue technique guide pratique pour les essais de pompage de puits » p55.
8. Département Etude et recherches action du RIAH, (Juin 2005) « Etudes de diagnostic socio-économique et mode de gestion des infrastructures communale à Abomey – Bohicon – Natitingou – Ouidah ».
9. Département études et recherches action du RIAH., (Juin 2005).
10. Etude de faisabilité des forages manuels identification des zones potentiellement favorables, (2005), plan de développement communal.
11. François Renard., (2014-2015), « licence professionnelle cours d'hydrogéologie ». P20.
12. Rapport du BRGM. Rr38182. (Novembre 1194). « Surveillance de la qualité des

eaux souterraines mise en place de piézomètre de contrôle cas des établissements a risque ». P8.

13. Zinou zeglil., (septembre 2011). «« Etude des nappes sous paris et sa proche banlieue : évaluation de l'activité humaine ». pP27-28.

ANNEXES

Tableau 3 *: Forages et lithologies*

Arrondissement	Village	Longitude	Latitude	Prof Sup	ProfInf	Lithologie
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	0	18	Terre de barre
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	18	24	Sable moyen
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	24	42	Argile
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	42	64	Argile
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	64	71	Sable moyen
GAKPE	AMOULEHOUE	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N	71	72	Argile
GAKPE	AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N	0	22	Terre de barre
GAKPE	AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N	22	24	Sable grossier
GAKPE	AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N	24	36	Argile
GAKPE	AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N	36	61	Sable fin
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	0	11	Argile
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	11	15	Argile
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	12	15	Argile
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	15	25	Sable grossier
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	25	37	Argile
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	37	55	Sable moyen
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	41	48	Sable moyen
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	48	53	Sable moyen

GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	53	58,09	Sable fin
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	55	60	Sable grossier
GAKPE	FONKOUNME	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N	60	64,53	Sable grossier
GAKPE	GAKPE	02°07'43.5"E	06°25'34.1"N	0	15	Terre de barre
GAKPE	GAKPE	02°07'43.5"E	06°25'34.1"N	15	20	Sable moyen
GAKPE	GAKPE	02°07'43.5"E	06°25'34.1"N	20	31	Sable moyen
GAKPE	GAKPE	02°07'43.5"E	06°25'34.1"N	31	39,93	Argile
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	0	10	Argile sableuse
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	10	16	Argile
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	16	22	Argile
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	22	29	Sable moyen
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	29	34	Argile
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	34	40	Sable fin
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	40	46	Argile
PAHOU	ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N	46	50,57	Argile
PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	0	12	Terre de barre
PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	12	21	Sable moyen
PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	21	31	Sable moyen
PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	31	38	Argile
PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	38	53	Sable moyen

PAHOU	ADJRA-HOUNVE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N	53	58,19	Argile
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	0	6	Sable fin
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	6	11	Sable moyen
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	11	21	Argile
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	21	25	Sable moyen
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	25	33	Argile
PAHOU	PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N	33	45	Argile
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°04'47.1"E	06°29'49.2"N	0	6,95	Terre de barre
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°04'47.1"E	06°29'49.2"N	6,95	19,3	Sable moyen
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°04'47.1"E	06°29'49.2"N	19,3	24,4	Sable moyen
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	0	8,7	Terre de barre
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	8,7	13,1	Argile
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	13,1	14,2	Sable moyen
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	14,2	14,4	Sable moyen
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	14,4	17	Argile
SAVI	ASSOGBENOU-DAHO	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N	17	22,27	Argile

SAVI	BOSSOUVI	02°04'42.0"E	06°26'30.2"N	0	18	Terre de barre
SAVI	BOSSOUVI	02°04'42.0"E	06°26'30.2"N	18	61	Argile
SAVI	BOSSOUVI	02°04'42.0"E	06°26'30.2"N	61	85	Sable moyen
SAVI	DEKOUENOU	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N	0	10	Argile
SAVI	DEKOUENOU	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N	10	15	Argile
SAVI	DEKOUENOU	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N	15	26	Argile sableuse
SAVI	DEKOUENOU	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N	26	43	Sable moyen
SAVI	DEKOUENOU	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N	43	46,47	Argile
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	0	1	Terre de barre
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	1	13	Terre de barre
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	13	17	Sable fin
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	17	22	Sable fin
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	22	24	Sable moyen
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	24	28	Sable moyen
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	28	34	Sable moyen
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	34	37	Argile
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	37	50	Argile
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	50	52	Sable fin
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	52	63	Argile
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	63	84	Sable fin
SAVI	OUESSE	02°07'51.2"E	06°24'09.1"N	84	91	Argile
SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	0	18	Argile

SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	18	30	Sable grossier
SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	30	43	Argile
SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	43	61	Sable moyen
SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	61	69	Sable moyen
SAVI	SAVI-HOUETON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N	69	79,41	Argile

Tableau 4 *: Puits et Coordonnées*

Nom Local	**Longitude**	**Latitude**
HIYO CENTRE	02°15'06.2"E	06°20'47.0"N
AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N
DEGUENON	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N
DEGUENON	02°07'36.7"E	06°27'00.7"N
VITEGNICODJI	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N
VITEGNICODJI	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N
ASSINZOUME	02°06'37.1"E	06°26'51.1"N
MAMIHOUE	02°07'05.8"E	06°26'58.2"N
ACADJAME	02°15'41.4"E	06°22'18.2"N
ACADJAME	02°15'39.5"E	06°22'30.7"N
ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N
ADJRA HOUNVE CENTRE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N
AHOZON CENTRE	02°11'00.7"E	06°22'58.0"N
AHOUANHOUN	02°10'54.4"E	06°26'16.6"N
PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N
HOUESSOUVOHOUE	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N
GBEYIZAN	02°04'42.0"E	06°26'30.2"N
YEHOUHOUE	02°04'12.0"E	06°27'18.4"N
KINGON (DEKOUENOU-CENTRE)	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N
MARO	02°06'04.6"E	06°25'42.1"N
SAGLOHOCON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N
AKLANHOUADJA	02°05'56.8"E	06°25'01.6"N
GBEGANTOMEY	02°07'00.1"E	06°24'41.4"N
OUEDEME	02°10'59.6"E	06°22'22.2"N
MARO	02°06'04.6"E	06°25'42.1"N
HOUESSOUVOHOUE	02°05'24.6"E	06°26'55.6"N

AHOZON CENTRE	02°11'00.7"E	06°22'58.0"N
AKLANHOUADJA	02°05'56.8"E	06°25'01.6"N
YEHOUHOUE	02°04'12.0"E	06°27'18.4"N
MAMIHOUE	02°07'05.8"E	06°26'58.2"N
ASSINZOUME	02°06'37.1"E	06°26'51.1"N
ACADJAME	02°15'41.4"E	06°22'18.2"N
ACADJAME	02°15'39.5"E	06°22'30.7"N
HIYO CENTRE	02°15'06.2"E	06°20'47.0"N
ZOUNGA COSSIHOUE	02°04'47.1"E	06°29'49.2"N
KPAKAHOUE	02°07'01.5"E	06°26'05.9"N
GBEGANTOMEY	02°07'00.1"E	06°24'41.4"N
KINGON (DEKOUENOU-CENTRE)	02°07'40.4"E	06°23'00.0"N
DEGUENON	02°07'16.1"E	06°26'25.0"N
ADJRA-ADOVIE	02°12'03.3"E	06°24'37.4"N
AMOULEHOUE	02°06'46.6"E	06°26'33.1"N
GBEYIZAN	02°04'42.0"E	06°26'30.2"N
SAGLOHOCON	02°06'11.6"E	06°25'40.0"N
SALE	02°07'43.5"E	06°25'34.1"N
PAHOU CENTRE	02°12'40.7"E	06°22'50.0"N
AHOUANHOUN	02°10'54.4"E	06°26'16.6"N
AHOUANHOUN	02°07'36.7"E	06°27'00.7"N
VITEGNICODJI	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N
VITEGNICODJI	02°07'41.6"E	06°27'05.0"N
ADJRA HOUNVE CENTRE	02°12'21.6"E	06°25'40.0"N
LOKOHOUE	02°10'33.7"E	06°24'23.1"N
HOTEL SASSOU	2°3'49.72"E	6°22'6.3" N
DAUPHIN	2°3'43.68"E	6°21'47.8"N
IDE	2°3'37.8"E	6°22'2.028"N
ZAMAIKPOTA	2°4'15.02"E	6°21'12.50"N
GANLONONKODJI	2°3'47.83" E	6°21'14.63"N
GANLONONKODJI	2°3'9.8"E	6°21'19.58"N
HOUETO	2°2'44.5"E	6°21'6.2"N
ZOMAI	2°4'39"E	6°21'24.79"N
WOMEY	2°5'30.30"E	6°21'35.17"N
WOMEY	2°5'43.7"E	6°21'28.7"N
VASSEHO	2°6'7.5"E	6°21'29.01"N
CEG 3	2°6'19.41"E	6°21'6.4"N
TOVE 2	2°5'51"E	6°21'6"N
TOVE 2	2°5'6.79"E	6°21'53"N
SAINT PAUL	2°5'38"E	6°21'55"N
AGBANOU	2°5'41"E	6°21'57.5"N
KPASSE	2°5'31.4"E	6°22'16.6"N
GOME	2°4'59"E	6°22'8.11"N
GOME	2°4'55.53"E	6°22'16.76"N
FRONSAME	2°5'20.44"E	6°22'36.6"N
MINATINKPON	2°5'28.6"E	6°23'8.9"N

MINATINKPON	2°5'41.18"E	6°23'8.79"N
MINATINKPON CENTRE	2°5'41.18"E	6°23'39"N
MINATINKPON	2°5'31.89"E	6°24'12"N
MINATINKPON	2°5'31.72"E	6°24'12"N
ACCLAWADJA	2°5'58.89"E	6°24'18.12"N
ASSOGBENANKPEVI	2°5'47.13"E	6°26'18.16"N
GAKPE CENTRE	2°7'9.74"E	6°25'40.8"N
KINDJI TOKPA	2°7'25.87"E	6°25'36.94"N
GAKPE CENTRE	2°7'52.22"E	6°25'36.47"N
AIKPEVI	2°8'33.41"E	6°25'28.232"N
LINGBAHOUN	2°8'53.85E	6°25'5.74"N
DOKPO	2°9'35.01"E	6°24'45.65"N
GBENA	2°4'25.18"E	6°22'23.47"N
GBENA CHATEAU	2°4'15.26"E	6°22'31.21"N
AGBETOGBE TCHATCHACODJI	2°3'35.04'E	6°20'41.34"N
AGBETOGBE	2°4'3.14"E	6°20'48.07"N
GBEHONOU	2°1'32.80"E	6°20'22.49"N
AIDO CENTRE	2°0'24.25"E	6°19'59"N
AIDO CENTRE	2°00'15.21"E	6°19'40.1"N
AIDO CENTRE	2°0'15.01"E	6°19'3.63"N
GBEHOHOU	2°0'13.95"E	6°20'22"N
GBEHONOU	2°0'18.5"E	6°20'20.8"N
ZOMAI	2°4'33.12"E	6°21'30.74"N
AHOZON	2°10'40.96"E	6°22'55.20"N
AHOZON	2°10'50.14"E	6°22'43.82"N
ACCADJOUSSA	2°10'21.11"E	6°22'2.22"N
FONSAM° HAZOUM°	2°9'46"E	6°21'59.35"N
CENTRE	2°12'29.9"E	6°22'51.4"N
HLACODJI	2°7'11.71"E	6°19'48.62"N